



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ A PLYNOVODNÍ
INSTALACE V BYTOVÉM DOMĚ**

SANITATION INSTALLATIONS AND GAS INSTALLATIONS IN APARTMENT BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Ševčík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. IVA SÝKOROVÁ

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jan Ševčík
Název	Zdravotně technické a plynovodní instalace v bytovém domě
Vedoucí práce	Ing. Iva Sýkorová
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

B1. Výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově a jejich napojením na síť pro veřejnou potřebu

- bilance potřeby vody a teplé vody
- bilance odtoku odpadních vod
- bilance potřeby plynu

B2. Výpočty související s následným zpracováním 1 – 3 dílčích instalací (kanalizace/vodovod) podle zadání vedoucího práce

- návrh přípravy teplé vody
- dimenzování potrubí
- posouzení umístění plynových spotřebičů
- návrhy zařízení (čerpadla, vodoměry, lopáky, ...)
- C. Projekt – v úrovni projektu pro provedení stavby, výkresy vyhotovit dle ČSN 01 3450
- technická zpráva
- situace stavby 1:200 (1:500)
- podélné profily přípojek, detail vodoměrné sestavy
- půdorysy základů a podlaží 1:50
- rozvinuté řezy vnitřní kanalizace (rozsah zadá vedoucí práce)
- axonometrie vodovodu (plynovodu)
- legenda zařizovacích předmětů
- funkční (regulační) schéma, pokud je nutné

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Iva Sýkorová
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem zdravotně technických a plynovodních instalací v bytovém domě. Jedná se o bytový dům se čtyřmi nadzemními a jedním podzemním podlažím. Teoretická část je zaměřena na systémy recyklace šedé vody a její využití v objektu. Výpočtová část a projekt obsahují návrh kanalizace, vodovodu, domovního plynovodu a jejich napojení na stávající veřejné sítě technického vybavení.

KLÍČOVÁ SLOVA

bytový dům, splašková kanalizace, dešťová kanalizace, vnitřní vodovod, domovní plynovod, šedá voda

ABSTRACT

This Bachelor's thesis deals with design of sanitation instalation and gas instalation in apartment building. It is apartment building with four floors and basement. The teoretical part is focused on greywater treatment systems and its use in object. The Computational part and project includes a porposal of sanitary and storm sewer, water supply system, pipeline and their connection to current pipes.

KEYWORDS

apartment building, sanitary sewer, stormwater sewer, water suply system, greywater

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Jan Ševčík *Zdravotně technické a plynovodní instalace v bytovém domě*. Brno, 2018. 93 s., 106 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Iva Sýkorová

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 5. 2018



Jan Ševčík
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 5. 2018



Jan Ševčík
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat své vedoucí Ing. Ivě Šýkorové za konzultace a odborné vedení při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl za odborné konzultace poděkovat paní Ing. Aleně Váščákové a panu Ing. Jaroslavu Mikeráškoví.

V Brně dne 10. 5. 2018



Jan Ševčík
autor práce

OBSAH

ÚVOD	17
1 TEORETICKÁ ČÁST	18
1.1 ÚVOD	18
1.2 SPOTŘEBA VODY V ČESKÉ REPUBLICE A VE SVĚTĚ, VÝVOJ CENY VODY	18
1.3 DEFINICE ŠEDÉ VODY	20
1.4 BÍLÁ VODA.....	20
1.5 VZNIK ŠEDÉ VODY	20
1.6 KVALITA ŠEDÉ VODY.....	21
1.7 MOŽNOSTI VYUŽITÍ ŠEDÉ VODY	23
1.7.1 SPLACHOVÁNÍ TOALET	23
1.7.2 ZAVLAŽOVÁNÍ ZAHRADY.....	23
1.7.3 ÚKLID	23
1.8 ZPŮSOB ČIŠTĚNÍ ŠEDÉ VODY	24
1.8.1 BEZ POUŽITÍ ÚPRAVY	24
1.8.2 NECHANICKÁ ÚPRAVA	24
1.8.3 CHEMICKÁ ÚPRAVA	24
1.8.4 FYZIKÁLNÍ ÚPRAVA	25
1.8.5 BIOLOGICKÁ ÚPRAVA	26
1.8.6 PŘÍRODNÍ ZPŮSOBY ČIŠTĚNÍ.....	26
1.8.7 DEZINFEKCE BÍLÉ VODY.....	27
1.9 POŽADAVKY NA AKUMULACI ŠEDÉ A BÍLÉ VODY	27
1.10 VODOVODY PROVOZNÍ VODY A JEJÍ DISTRIBUCE.....	27
1.11 TECHNOLOGIE ČIŠTĚNÍ ŠEDÉ VODY NA TRHU	27
1.11.1 ČIŠTĚNÍ ŠEDÉ VODY V ZAHRANIČÍ	28
1.12 STANOVENÍ PRODUKCE ŠEDÉ VODY	29
1.13 STANOVENÍ POTŘEBY BÍLÉ VODY	31
1.14 NÁVRH OBJEMU NOSIČE BIOMASY	33
2 VÝPOČTOVÁ ČÁST	36
2.1 VÝPOČTY SOUVYSEJÍCÍ S ANALÝZOU ZADÁNÍ A KONCEPČNÍM ŘEŠENÍM INSTALACÍ V CELÉ BUDOVĚ A JEJICH NAPOJENÍ NA STÁVAJÍCÍ INŽENÝRSKÉ SÍŤ.	36
2.1.1 BILANCE POTŘEBY VODY	36
2.1.2 BILANCE POTŘEBY TEPLÉ VODY	37
2.1.3 BILANCE ODTOKU ODPADNÍCH VOD	37
2.1.4 BILANCE ODTOKU SRÁŽKOVÝCH VOD.....	37
2.1.5 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT BUDOVY – OBÁLKOVÁ METODA.....	38
2.1.6 BILANCE POTŘEBY PLYNU	39
2.1.6.1 POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ	40
2.2 VÝPOČTY SOUVYSEJÍCÍ S NÁSLEDNÝM ROZPRACOVÁNÍM KANALIZACE, VODOVODU A PLYNOVODU.....	41
2.2.1 NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY	41
2.2.2 NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY – ŘEŠENÍ PODLE METODY V SEŠITĚ PROJEKTANTA	42

2.2.3	KANALIZACE	44
2.2.3.1	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ SPLAŠKOVÉ KANALIZACE	44
2.2.3.2	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ DEŠŤOVÉ KANALIZACE	51
2.2.3.3	DIMENZOVÁNÍ RETENČNÍ NÁDRŽE	51
2.2.3.4	DIMENZOVÁNÍ ČISTÍRNY ŠEDÉ VODY	53
2.2.4	VODOVOD	57
2.2.4.1	NÁVRH VODOMĚRŮ	57
2.2.4.2	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ VNITŘNÍHO VODOVODU PODLE ČSN 75 5455	58
2.2.4.3	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ POŽÁRNÍHO VODOVODU DLE ČSN 75 5455	65
2.2.4.4	VÝPOČET A KOMPENZACE TEPELNÉ ROZTAŽNOSTI POTRUBÍ VNITŘNÍHO VODOVODU	67
2.2.4.5	VÝPOČET TEPELNÉ IZOLACE POTRUBÍ	68
2.2.5	PLYNOVOD	69
2.2.5.1	DIMENZOVÁNÍ NÍZKOTLAKOVÉ PLYNOVODNÍ PŘÍPOJKY	69
2.2.5.2	POSOUZENÍ UMÍSTĚNÍ PLYNOVÝCH SPOTŘEBIČŮ	70
2.2.5.3	DIMENZOVÁNÍ DOMOVNÍHO PLYNOVODU	70
2.2.5.4	NÁVRH BYTOVÉHO PLYNOMĚRU	72
3	PROJEKT	73
3.1	TECHNICKÁ ZPRÁVA	73
3.1.1	ÚVOD	73
3.1.2	POTŘEBA VODY	73
3.1.3	PŘÍPOJKY	74
3.1.4	VNITŘNÍ KANALIZACE	75
3.1.5	NÁVRH SYSTÉMU ŠEDÝCH VOD	76
3.1.6	VNITŘNÍ VODOVOD	77
3.1.7	DOMOVNÍ PLYNOVOD	78
3.1.8	ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY	79
3.1.9	ZEMNÍ PRÁCE	79
3.2	LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ	81
	ZÁVĚR	82
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	83
	SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ	84
	SEZNAM NOREM, ZÁKONŮ A VYHLÁŠEK	86
	SEZNAM DOPLŇKOVÝCH INTERNETOVÝCH ZDROJŮ	88
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	89
	SEZNAM OBRÁZKŮ	92
	SEZNAM TABULEK	92
	PŘÍLOHY	93

ÚVOD

Cílem této bakalářské práce je navrhnout zdravotně technické a plynovodní instalace v bytovém domě. Bytový dům je podsklepený se čtyřmi nadzemními a jedním podzemním podlažím. V každém nadzemním podlaží se nachází jedna bytová jednotka. Dále bude pro řešený objekt navržena technologie recyklace šedé vody.

Práce je rozdělena do tří částí. Část A - teoretická část obsahuje popis systému čištění šedých vod a jejich následné využití v domácnosti. Část B - výpočtová část a část C – projekt obsahující návrh splaškové a dešťové kanalizace, vnitřního vodovodu, domovního plynovodu a jejich napojení na stávající inženýrské sítě.

Jako podklady pro vypracování bakalářské práce sloužily půdorysy čtyř nadzemních a jednoho podzemního podlaží.

1 TEORETICKÁ ČÁST

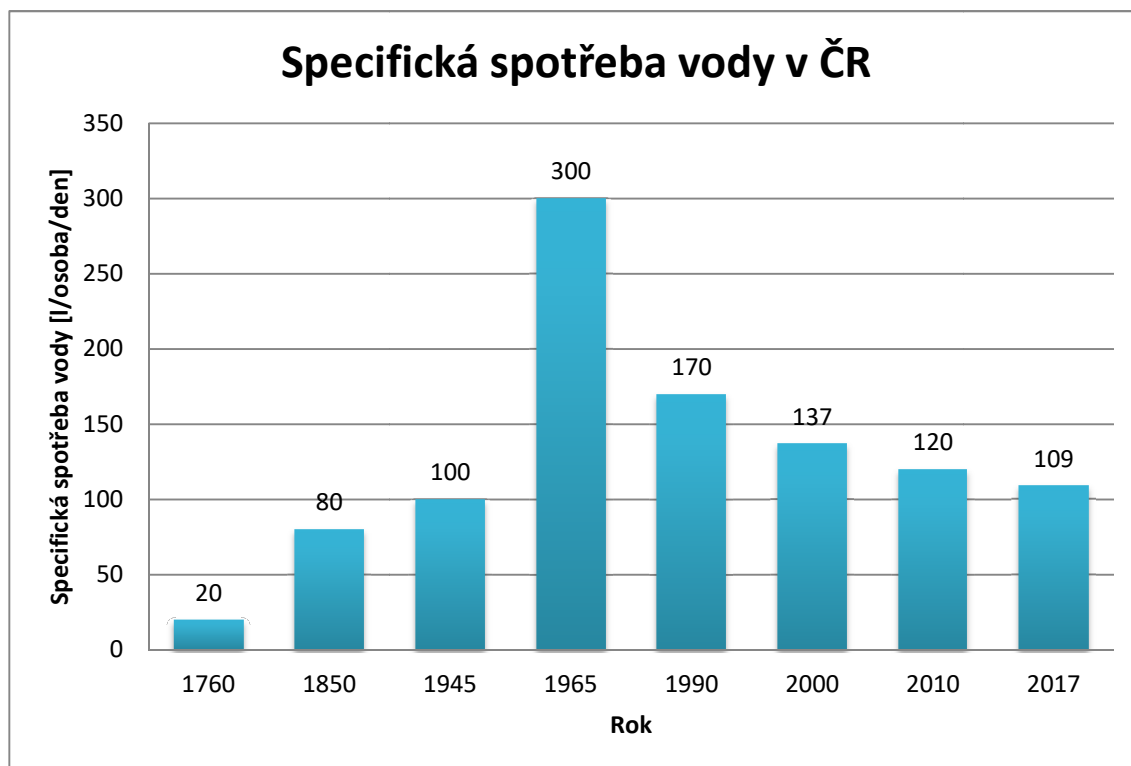
1.1 ÚVOD

Využití šedých vod je ve světě již zcela běžnou praxí. Tato praxe je zavedena zejména v zemích, kde je vysoká cena vody nebo jsou její zdroje omezeny. [35]

V České republice zatím není využívání vyčištěné odpadní vody nijak významně rozšířené. Jedním z důvodů může být fakt, že není akutní potřeba alternativních zdrojů vody pro domácnosti. Vzhledem k absenci zákonů, vyhlášek, předpisů a norem není v České republice žádná závazná a jednotná definice šedé vody. Tento stav má vyřešit nově připravovaná norma ČSN 765780 - Využití šedých a dešťových vod, vycházející z Britské normy BS 8525-1. Při využití v konkrétních oblastech se dnes šedá, respektive bílá, voda posuzuje z hlediska ukazatelů kvality pitné vody podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. Dále lze využít evropská norma ČSN EN 12056-1, která definuje šedou vodu jako mírně znečištěnou odpadní vodu bez moči a fekálií získanou ze sprchových koutů, umyvadel, van, praček a kuchyňských dřezů. [3, 57, 20, 28, 55]

1.2 SPOTŘEBA VODY V ČESKÉ REPUBLICE A VE SVĚTĚ, VÝVOJ CENY VODY

V průběhu historie se spotřeba vody v České republice dosti výrazně měnila, což nasvědčuje následující graf.



Obrázek 1, graf specifické potřeby vody v ČR [39]

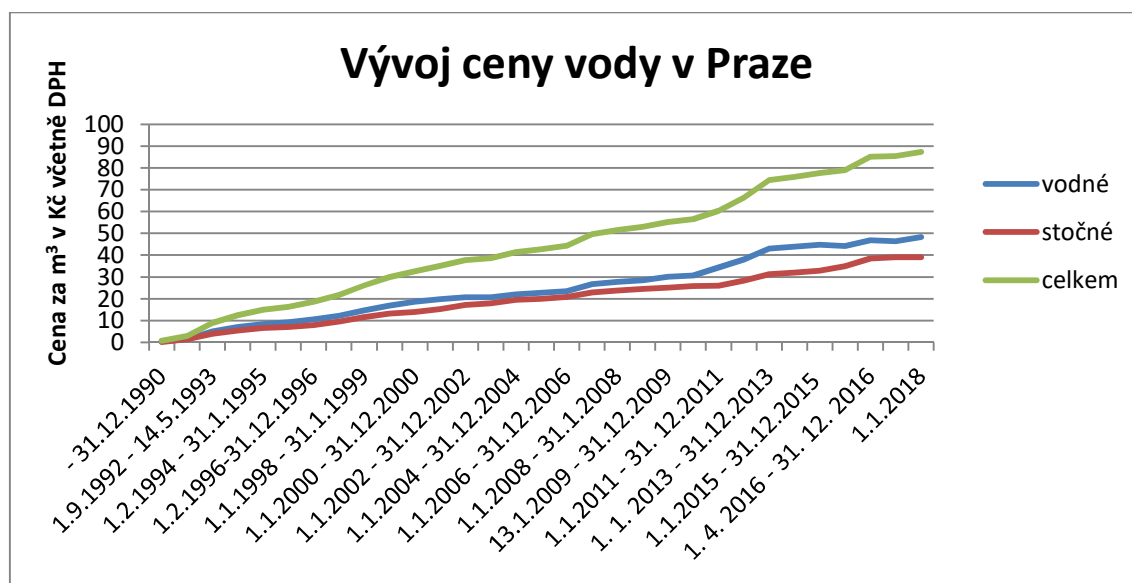
Z předchozího grafu vývoje specifické spotřeby vody je patrná její spojitost s historickým rozvojem vodovodů v obcích. Vysoká spotřeba vody v období socialismu byla zapříčiněna její zanedbatelnou cenou, určenou plánovaným hospodářstvím. Tato cena neodrážela reálné náklady vodáren. [21]

Po roce 1990 se začala cena vody odvíjet od skutečných nákladů a s tím souvisel i začátek poklesu její spotřeby. V dnešní době se specifická spotřeba pohybuje okolo 109 l/osobu/den s tím, že přibližně 50% této spotřeby by šlo pokrýt vodou provozní. Oproti průměrné spotřebě vody v Evropě, 150 l/osobu/den, je průměrná spotřeba vody v Česku nižší. [29, 30]

Evropskému žebříčku průměrné spotřeby vody vévodí Velká Británie se 343 l/osobu/den, následovaná například Španělskem se 265 l/osobu/den. V dalších zemích, jako například Portugalsku, Finsku, Francii nebo Maďarsku se pohybuje průměrná spotřeba vody okolo 150 – 160 l/osobu/den. Pomyslný žebříček uzavírají, společně s Českou republikou a Slovenskem zejména pobaltské státy se spotřebou 109 l/osobu/den. [32]

Ve světě patří k největším spotřebitelům vody Velká Británie, USA a Austrálie. Například v USA dosahuje průměrná denní spotřeba 300 l/osobu/den. Naopak nejmenší průměrnou spotřebu vody má Indie s 10 l/osobu/den. Ve vyspělých státech, s nedostatkem vody a přístupem k moři, se tento problém řeší odsolováním mořské vody. Typickým příkladem je Kuvajt, který je zcela odkázán na odsolenou mořskou vodu. Ve vývoji a aplikaci technologií na recyklaci odpadních vod je v současnosti nejdále Izrael. [32]

Cena vody se skládá ze dvou částí: vodného a stočného. Vodné je platba za množství odebrané vody včetně její distribuce a stočné zahrnuje částku za odvedení a čištění odpadní vody. Cena vody v České republice stoupá. Růst cen by se měl, podle očekávání, zastavit okolo 100 Kč/m³. Poté už by se měla cena stoupat pouze o inflaci. Podle prohlášení Světové banky a Světové zdravotnické organizace by neměla cena vody překonat sociálně únosnou mez, to znamená, že by výdaje domácností na vodu neměly být vyšší, než 2% hrubého příjmu domácnosti. [33, 55]



Obrázek 2, vývoj ceny vody v Praze [39]

1.3 DEFINICE ŠEDÉ VODY

Evropská norma ČSN EN 12056-1 říká, že šedá voda je mírně znečištěná komunální odpadní voda bez obsahu fekálií a moči, odtékající ze sprch, van, dřezů, umyvadel, praček apod.

V České republice neexistuje, díky absenci zákonů či vyhlášek, závazná definice šedé vody. Tuto skutečnost by měla vyřešit až norma ČSN 765780 – Využití šedých a dešťových vod, která je v současnosti v přípravě. [20,28]

Další norma, jež se dosti podrobně věnuje šedé vodě, je Britská norma BS 8525-1: 2010, popisující sběr šedých vod, typy systémů šedých vod a vzorce pro výpočet množství vyprodukované šedé vody v domácnostech a spotřebu upravené šedé vody – bílé vody. [28, 57, 55]

1.4 BÍLÁ VODA

Bílá voda, též označována jako voda provozní, je určena pro zvláštní použití. Vzniká recyklací šedé vody, tzn. jejím vyčištěním. Jelikož tato voda nesplňuje parametry pitné vody, musí být vedena oddílným vodovodem a v žádném případě nesmí přijít do kontaktu s vodou pitnou. Oddělení těchto vodovodů je přípustné pouze pomocí volného výtoku. Zvyklostí, převážně v Německu, je potrubí provozní vody natřít nebo označit zelenou barvou. [57]

Provozní voda je určena pro zásobování odběrných míst, které nevyžadují pro svůj pro bezpečný provoz pitnou vodu. Provozní vodu tak lze použít pro nádržkové a tlakové splachovače záchodových mís, pisoárů a výlevků, automatické pračky, zařízení na závlahu trávníků a zeleně. [28]

1.5 VZNIK ŠEDÉ VODY

Mezi šedé vody jsou, dle převažujícího názoru ve světě, zařazovány vody z koupelny, prádelny a kuchyně, včetně kuchyňského odpadu z drtičů. Největší znečištění šedé vody představují detergenty z čistících přípravků, pracích prášků, mýdel, zubních past, atd. Odpadní vody z kuchyňských dřezů a drtičů odpadů jsou občas vyjímány ze zdrojů šedé vody, protože mohou obsahovat oleje a tuky, které mají velmi negativní vliv na výkon filtračních membrán a vedou k jejich rychlému zanášení. [29]

Další využití šedé vody závisí na stupni jejího znečištění a požadavcích na její kvalitu. Nejčastěji se pro opětovné použití využívá voda z van, umyvadel a sprch, protože její úprava na provozní (bílou) vodu pro splachování toalet, úklid a zavlažování je ekonomicky nejvýhodnější. [35]

Šedá voda může být v čase nerovnoměrně zatížena znečištěním. Množství znečišťujících látek závisí na životním stylu uživatele a na jeho odpovědnosti. Podle znečištění se dá šedá voda rozdělit na vhodnou nebo podmíněně vhodnou pro recyklaci. Šedá voda ze sprch, van a umyvadel je vhodná a šedá voda z kuchyňských dřezů a myček je podmíněně vhodná. [35, 28]

Z hlediska původního využití vody můžeme tedy rozdělit šedou vodu do následujících čtyř kategorií:

- Neseparované šedé vody
- Šedé vody z umyvadel, sprch a van
- Šedé vody z praček
- Šedé vody z kuchyní a myček

Šedá voda se po přečištění mění na vodu bílou. Bílá voda společně se srážkovou vodou tvoří vodu provozní. [35]

1.6 KVALITA ŠEDÉ VODY

Odpadní voda může obsahovat látky různého původu. Nejdůležitější látky, z hlediska čištění, obsažené ve vodě, jsou popsány v následujícím přehledu:

Chemická spotřeba kyslíku CHSK [mg/l]

Chemická spotřeba kyslíku udává spotřebu kyslíku potřebnou k oxidaci všech látek, tedy nejen těch, které mohou být odbourány biologickou cestou. Jde o zažité stanovení míry znečištění vody organickými a oxidovatelnými anorganickými látkami. [1, 30]

Biochemická spotřeba kyslíku BSK₅ [mg/l]

Biochemická spotřeba kyslíku je množství kyslíku spotřebovaného biochemicky oxidovatelnými organickými látkami obsaženými v jednom litru vody za 5 dní při metabolické aktivitě organismů odpovídající 20 °C ve tmě. [1, 30]

Kyslík

Čím je voda chladnější, tím je množství molekul O₂, který může být rozpuštěn ve vodě, větší.

0 °C, standardní tlak, sladká voda: 14.6 mg/l = 100% saturace

10 °C, standardní tlak, sladká voda: 11.3 mg/l = 100% saturace

20 °C, standardní tlak, sladká voda: 9.1 mg/l = 100% saturace

Podle procenta rozpuštěného kyslíku ve vodě lze rozlišit následující prostředí:

Aerobní prostředí je takové prostředí, kde koncentrace přítomného rozpuštěného molekulárního kyslíku a chemicky vázaného kyslíku překračuje 0,5 mg O₂/l.

Anaerobní prostředí je opakem prostředí aerobního. To znamená, že zde není přítomen žádný rozpuštěný ani vázaný kyslík nebo jeho koncentrace nepřekračuje 0,05 mg O₂/l.

Pokud je ve vodě méně kyslíku, může to být přičítáno přítomnosti určitých mikroorganismů, které způsobují nepříjemný zápach a vznik toxických plynů. V těchto procesech je kyslík nutný pro dýchání bakterií získávaný ze sloučenin obsahujících kyslík, jako jsou např. sírany a siřičitany, což poté vede k tvorbě sulfidu a sirovodíku ve významném množství a tyto sloučeniny jsou dále uvolňovány do prostředí. [30]

pH

Hodnota pH je nezbytná pro určení kyselého nebo zásaditého charakteru vodného roztoku.

U odpadních vod se pH pohybuje v rozmezí 7-8. U šedých vod se interval pH liší dle místa vzniku dané šedé vody. Pokud se jedná o vody z praní, pohybuje se pH v rozmezí 9,3-10, u šedých vod z koupelen a kuchyní se potom pH pohybuje mezi 5-8,6.

Jestliže se jedná o vody neseparované, hodnota pH se pohybuje od kyselého až po mírně zásadité prostředí jako voda z koupelny a kuchyní. [28, 30]

Zákal a barva

Zákal je jednotka měření podílu jemně rozptýlených částic a nerozpustných látek ve vzorku vody. Je definovaná při 860 nm vlnové délky [30]

Plovoucí nečistoty

Šedé vody z praček vykazují větší znečištění než vody z umyvadel, sprch a van. Je tomu tak z důvodu obsahu zbytků vláken z oděvů.

Odpadní vody z dřezů a myček obsahují největší množství plovoucích nečistot, protože odnášejí i zbytky jídla a olejů. Jak bylo řečeno výše, tyto vody se nedoporučuje používat pro recyklaci šedých vod, ale jejich použití není zakázáno. Tyto látky jsou častými příčinami poruch čistíren šedé vody. [35]

Escherichia coli

Jedná se o bakterie, často psány jak *E. coli*, pohybující se pomocí bičků. *E. coli* patří ke střevní mikroflóře teplokrevných živočichů, včetně člověka. Z tohoto důvodu je její přítomnost v pitné vodě indikátorem fekálního znečištění. Člověku je jako součást přirozené mikroflory prospěšná, jelikož produkuje řadu prospěšných látek, které brání rozšíření patogenních bakterií a podílí se na tvorbě vitamínu K. *E. coli* je schopná růst za teploty 8 - 48 °C, avšak optimální teplota je 37 °C, rozsah pH pro růst je pH 6 - 8. *E. coli* může způsobovat onemocnění močových cest, průjemy, infekci ran a jejich hnisání. Onemocnění je léčitelné antibiotiky. [31]

Koliformní bakterie

Jde o bakterie stejné čeledi jako *E. coli*. Koliformní bakterie a fekální koliformní bakterie byly tradičně používány jako indikátor fekálního znečištění. Bylo ale zjištěno, že se mezi těmito skupinami, zejména mezi koliformními bakteriemi, vyskytuje řada druhů, které nemusejí mít fekální původ. V pitné vodě určené pro hromadné zásobování obyvatelstva nesmějí být koliformní ani fekální koliformní bakterie zjištěny ve 100ml vzorku. V pitné vodě pro individuální zásobování nesmí být pozitivní nález v 10ml vzorku. [30]

Streptokoky

Bakterie tohoto rodu jsou součástí běžné mikroflory člověka a zvířat. Charakterizují se řetízko-vitým uspořádáním. Některé druhy jsou významnými patogeny, jiné se zase používají v potravinářském průmyslu. Streptokoky jsou původci častého onemocnění, sliznic, břišního tyfu a salmonelózy. Onemocnění je léčitelné antibiotiky. Bakterie jsou vylučovány močí a stolicí. [32]

1.7 MOŽNOSTI VYUŽITÍ ŠEDÉ VODY

1.7.1 SPLACHOVÁNÍ TOALET

Až 30 % denní spotřeby vody zahrnuje splachování toalet. Na splachování se běžně používá voda pitná, není to však bezpodmínečně nutné. Vždy zde byla snaha o snížení množství takto využití pitné vody, ať už se jednalo o PET lahev umístěnou ve splachovací nádržce, čímž došlo ke snížení jejího efektivního objemu, nebo o opětovné využití již použité vody, například po koupeli. Dnešní využití šedé vody je jen sofistikovanější řešení. Nevýhodou tohoto způsobu je potřeba dvojích rozvodů vody, a to jak čisté, tak odpadní. Z tohoto důvodu se systémy šedé vody nejčastěji používají u novostaveb nebo rozsáhle rekonstruovaných objektů, kde se s dvojitým rozvodem počítá od začátku nebo je dodatečně realizovatelný. [35, 28]

1.7.2 ZAVLAŽOVÁNÍ ZAHRADY

Snahu o úsporu pitné vody při zavlažování zahrady a trávníků všichni známe od zahrádkářů, kteří jímají do sudů dešťovou vodu. Výhodou zalévání zahrady a trávníků recyklovanou šedou vodou je především úspora peněz, vydaných za pitnou vodu. [35, 28]

1.7.3 ÚKLID

Šedá voda se dá také využít pro úklid venkovních a vnitřních ploch. Pitnou vodu nepotřebujeme ani pro mytí osobních a nákladních automobilů. Jediné omezení při využití šedé vody pro mytí automobilů je u myček, protože zde vznikají aerosoly, které můžeme vdechnout, což může mít za následek zdravotní problémy.

Ve vnitřních prostorech je možné šedé vody použít například pro stírání podlah nebo mytí oken. [35, 28]

1.8 ZPŮSOB ČIŠTĚNÍ ŠEDÉ VODY

Do čistírny odpadních vod, určené pro čištění šedé vody, smí být svedena pouze šedá voda. Návrh ČOV vychází z typu šedé vody, která do ní natéká, zejména záleží na tom, zda jsou její součástí i vody z kuchyní. Technologie pro čištění se navrhuje na základě požadavků na jakost provozní vody. [28]

Technologie čištění šedé vody se podle typu procesu dělí na: [1, 28, 30]

- Bez použití úprav
- Mechanickou úpravu
- Fyzikální úpravu
- Biologické čištění
- Přírodní způsoby čištění

1.8.1 BEZ POUŽITÍ ÚPRAVY

U těchto systémů je šedá voda sbírána jednoduchým zařízením a do místa jejího použití je dopravována bez použití jakýchkoli úprav nebo jen s minimální dobou zdržení. Tato voda, která není nijak upravována, je vhodná pouze pro podpovrchové zavlažování. [55]

1.8.2 NECHANICKÁ ÚPRAVA

Tato úprava využívá základních čistících procesů, především sedimentaci a filtraci. Doporučenými zařízeními pro mechanické předčištění na úpravu šedých vod jsou česle, sedimentační nádrže, síta a lapáky tuků. [1, 28]

Vodu upravenou touto metodou bychom měli využít co možná nejdříve, aby nedocházelo ke vzniku nežádoucího zápachu a zhoršení její kvality. [55]

1.8.3 CHEMICKÁ ÚPRAVA

Chemicky upravujeme šedou vodu za pomoci procesů založených na koagulaci a elektrokoagulaci, kdy do odpadní vody dávkuje soli hliníku, železa nebo jiných kovů. [1, BS]

Koagulace

Při použití chemických procesů koagulace je do šedé odpadní vody dávkováno srážedlo (koagulant), nejčastěji na bázi železa nebo hliníku, díky kterému dochází ke srážení nečistot a vločkování (flokulaci). Následuje separace vzniklých vloček, která se nejčastěji provádí sedimentací nebo filtrací. [33]

Elektrokoagulace

Jedná se o obdobný proces jako při koagulaci, vlivem anodového rozpouštění železitých nebo hliníkových elektrod za průchodu elektrického proudu. [33]

1.8.4 FYZIKÁLNÍ ÚPRAVA

Filtrace

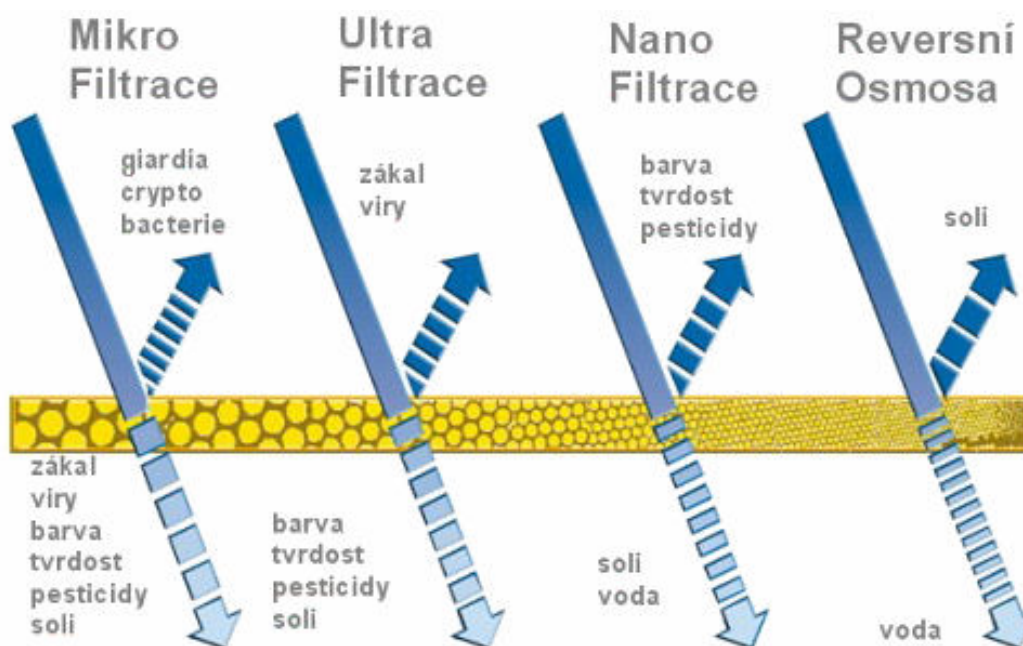
Mezi fyzikální úpravy řádíme membránovou filtraci nebo procesy, které zachycují nerozpustné látky na filtračním loži pískového filtru. Filtrační materiál může být z křemičitého písku, granulovaného aktivního uhlí, antracitu nebo umělých materiálů. Volba typu materiálu a frakce je závislá na složení čistěné šedé vody. [2, 55]

Membránová filtrace

Membránovou filtraci dělíme na tlakovou a podtlakovou, přičemž je charakterizována velikostí pórů v membráně. Nejčastěji používaným typem je mikrofiltrace a ultrafiltrace při pracovním tlaku 0,1 až 2 MPa.

Dělení podle velikosti odseparovaných částic: [2, 55]

- Mikrofiltrace, velikost pórů od 0,1 μm do 10 μm ;
- Ultrafiltrace, velikost pórů od 1 nm do 0,1 μm ;
- Nanofiltrace, velikost pórů od 0,1 nm do 1 nm;
- Reversní osmóza, velikost pórů pod 1 nm.



Obrázek 3, membránová filtrace [37]

1.8.5 BIOLOGICKÁ ÚPRAVA

Principem biologické úpravy je provzdušňování (aerace) aktivovaného kalu v nádrži. Aktivovaný kal je tvořen směsnou kulturou mikroorganismů, díky kterým probíhá proces čištění. Mezi systémy s biologickou úpravou řadíme biofilmové reaktory, aktivační nádrže, membránové bioreaktory a biologické provzdušňované filtry. [1]

Biofilmové reaktory

Tato metoda je závislá na třech základních faktorech: [1]

- Aerobní organismy
- Kyslík
- Organická hmota

Používají se dva základní konstrukční typy biofilmových reaktorů: [1]

- S pevnou náplní
- S náplní ve vznosu

Obecně se biofilmové reaktory navrhují podle ČSN EN 12255-7 [35]

Aktivace

Aktivace spočívá v aeraci aktivovaného kalu v aerační nádrži. Aktivovaný kal je tvořen směsnou kulturou mikroorganismů, která závisí na složení přiváděné odpadní vody. Použití aktivačních procesů se doporučuje především u objektů s velkým objemem produkce šedé vody. Systémy vykazují vysoký stupeň vyčištění přiváděné znečištěné vody. [1]

1.8.6 PŘÍRODNÍ ZPŮSOBY ČIŠTĚNÍ

Vhodným zařízením pro přírodní úpravu šedých vod se ukázala být kořenová čistička odpadních vod. [1]

Kořenová čistírna odpadních vod

Kořenová ČOV je mělká vodní nádrž, o hloubce 0,6 až 0,8 m, na jejímž dně je vrstva šterku, do které jsou osazeny vhodné bahenní a vlhkomilné rostliny.

Vhodným technickým řešením kořenové ČOV je takové, kdy do ní odpadní voda natéká a také z ní odtéká samospádem. Pokud tento stav není možný, musí být použita čerpadla. Dno nádrže je tvořeno nepropustnou folií a vrstvou kamínků, do níž se vysazují vhodné rostliny. Často používanými rostlinami jsou například Orobinec, Chrastice rákosovitá, Skřípinec jezerní, Kosatec žlutý nebo Rákos obecný. Nejčastěji se používá Rákos obecný, především pro svou schopnost snášet značné znečištění. [1]

1.8.7 DEZINFEKCE BÍLÉ VODY

Po vyčištění šedé vody je nutné provést její dezinfekci, která zaručí odstranění patogenních látek. V základu můžeme rozdělit systémy dezinfekce na chemické a fyzikální. [2]

Mezi chemické dezinfekční metody řadíme použití chloru a jeho sloučenin nebo dezinfekci pomocí ozonu, která je ale nákladná z důvodu nutnosti jeho výroby v místě spotřeby. [2]

Nejčastěji používanou fyzikální metodou je dezinfekce ultrafialovým zářením. [2]

1.9 POŽADAVKY NA AKUMULACI ŠEDÉ A BÍLÉ VODY

Z hygienických důvodů je vhodné akumulovat šedou vodu nanejvýš jeden den. Bílou vodu je nutné akumulovat tak, aby byla minimalizována možnost růstu mikroorganismů. [28]

Přednostně je vhodné umístit akumulační nádrže do země nebo suterénu budovy tak, aby byla chráněna před slunečním světlem a následným ohřevem. Obecně známe dvě varianty nádrží, a to nadzemní a podzemní. Nadzemní nádrže musejí být tepelně izolovány a vyrobeny z neprůhledného materiálu. Jejich výhodou jsou nižší pořizovací a provozní náklady. Podzemní nádrže musejí vykazovat dostatečnou tuhost, aby odolaly zemním tlakům a nedeformovali se. Jejich výhodou je lepší tepelná izolace. [28]

1.10 VODOVODY PROVOZNÍ VODY A JEJÍ DISTRIBUCE

Pro distribuci provozní vody v objektu se zřizuje speciální vodovodní potrubí, které je bezpodmínečně oddělené od potrubí pitné vody a ideálně je i vizuálně odlišeno (například barvou). Jediným povoleným propojením je volný výtok. Potřebný přetlak v potrubí provozní vody zajišťuje automatická tlaková čerpací stanice. Pro rodinné domy a bytové domy menšího rozsahu lze použít kompaktní automatickou tlakovou čerpací stanici s integrovanou nádrží pro doplňování vody. [31, 51, 34]

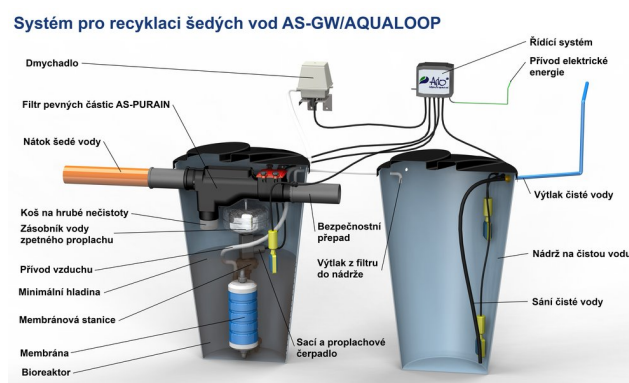
V případě rozsáhlejších objektů jako jsou školy, hotely apod., je zapotřebí navrhnout automatickou tlakovou čerpací stanici podle specifických potřeb daného projektu. Pro doplňování vody do systému musí být zřízena zvláštní nádrž, do které bude přes volný výtok doplňována pitná voda. Nejvhodnější čerpadla, pro použití v automatických tlakových čerpacích stanicích, se jeví čerpadla s elektronickým řízením otáček, frekvenčním měničem. V navržené sestavě čerpadel musí být vždy jedno čerpadlo jako 100% záloha pro případ poruchy prvního čerpadla. Čerpací stanice musí být dále doplněna o expanzní tlakovou nádobu. [31, 51]

1.11 TECHNOLOGIE ČIŠTĚNÍ ŠEDÉ VODY NA TRHU

Snaha o opětovné využití šedé vody ve světě v poslední době výrazně roste. Na zahraničních trzích je nabídka čistících jednotek velmi pestrá. V české republice se v posledních letech objevila technologie přímo určená k čištění šedé vody, za kterou stojí firma Asio. [28]

Čištění šedé vody systémem AS-GW/Aqualoop

Jedná se o produkt České firmy Asio. Technologie kombinuje ultrafiltraci a biologické čištění, díky čemuž produkuje vysoce kvalitní a hygienicky nezávadnou užitkovou vodu pro další využití. Technologii je možné použít pro čištění šedé vody u rodinných a bytových domů obývaných 4 až 144 ekvivalentními obyvateli. Odpadní voda natéká do reakční nádrže přes filtr mechanických nečistot a dále se biologicky čistí. V reakční nádrži je osazen membránový modul a ve spodní části je umístěn areační systém. Nad membránovým modulem je instalováno čerpadlo, které odsává vodu přes membrány a již vyčištěnou ji odvádí do akumulární nádrže. Voda z akumulární nádrže je čerpána do systému provozní vody. Reakční nádrž je opatřena havarijním přepadem. Celý systém je pak možno doplňovat pitnou vodou. [30]



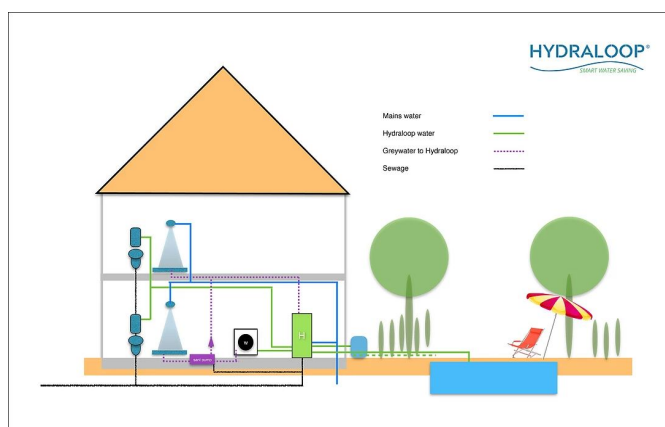
Obrázek 4, systém AS-GW/AQUALOOP [30]

1.11.1 ČIŠTĚNÍ ŠEDÉ VODY V ZAHRANIČÍ

Čištění šedé vody systémem HYDRALOOP

Jedná se o patentovanou Nizozemskou technologii čištění šedé vody bez použití filtrů. Systém kombinuje pět technologií pro odstraňování nečistot, mýdel a dalších látek z vody. Těmito technologiemi jsou sedimentace, flotace, flotace rozpuštěným vzduchem, vynucený skimming a aerobní bioreaktor. Šestou technologií je dezinfekce vyčištěné vody UV zářením. Zařízení je vybaveno automatickou funkcí samočištění.

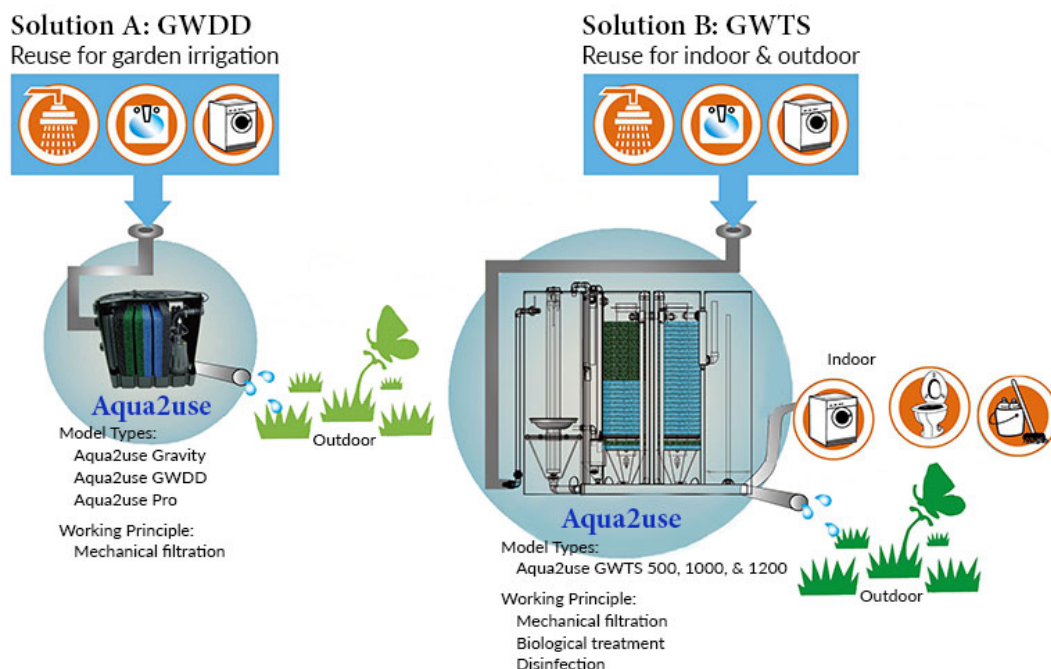
Technologie může zásobovat vyčištěnou vodou WC, automatické pračky, závlahové a kropící systémy zahrad, ale i napouštění zahradních bazénů. [35]



Obrázek 5, systém HYDRALOOP [35]

Čištění vod systémem Aqua2use

Společnost Water Wise Group nabízí dvě základní varianty systému Aqua2use. První šedou vodu čistí mechanicky přes sadu filtrů a následně ji využívá pouze pro zavlažování zahrady. Druhá varianta využívá mechanickou filtraci, biologické čištění a dezinfekci UV zářením. Takto vyčištěná voda může být použita na splachování toalet, úklid, praní a zavlažování zahrady. [36]



Obrázek 6, systém Aqua2use [38]

1.12 STANOVENÍ PRODUKCE ŠEDÉ VODY

Pro stanovení produkce šedé vody lze použít několik metod výpočtu. Objem vyprodukované šedé vody tak lze stanovit měřením, součtovou metodou (produkce na měrnou jednotku a den, nebo podle jednotlivých činností) a přibližnou metodou. Metodu výpočtu volíme podle toho, jaké informace máme o produkci šedé vody v objektu. [10, 29, 35]

Součtová metoda

Objem vyprodukované šedé vody Q_{prod} [l/den], se stanoví ze vztahu:

$$Q_{\text{prod}} = \sum_{i=1}^m q_{\text{prod},i} \times n_{mj,i}$$

q_{prod} – produkce šedé vody na měrnou jednotku a den, v [l/den], viz tabulka 1

n_{mj} – počet měrných jednotek stejného druhu

m – počet druhů měrných jednotek

Tabulka 1, produkce šedé vody v budovách [28]

Druh budovy	Vybavení	Produkce šedé vody	
		Měrná jednotka	Produkce šedé vody na měrnou jednotku a den q_{prod} (l/den)
Bytový dům, rodinný dům	Koupelny	obyvatel	31
	Kuchyně	obyvatel	11
	Praní	obyvatel	15
Internát	Sprchy, koupelny	lůžko	90
Hotel	Koupelny se sprchou	lůžko	90
	Koupelny s vanou ¹⁾	lůžko	150
	Prádelna	lůžko	14
Administrativní budova	Umyvadla	osoba	12
	Čajové kuchyňky	osoba	5
	Sprchy ²⁾	osoba	2
Maloobchodní prodejny – personál	Umyvadla	osoba	12
	Sprchy ²⁾	osoba	2
Maloobchodní prodejny – zákazníci (návštěvníci)	Umyvadla ³⁾	osoba	3
¹⁾ Nutno uvážit, zda nebudou vany používány jako sprchy. ²⁾ Příležitostné sprchy. ³⁾ Pokud jsou v budově záchody pro zákazníky.			

Pokud není produkce šedé vody na měrnou jednotku a den (q_{prod}) v l/den známa, může se stanovit podle vztahu:

$$Q_{\text{prod}} = \sum_{i=1}^j q_{\zeta,i} \times n_{\zeta,i}$$

q_{prod} – produkce šedé vody na měrnou jednotku a den, v [l/den], viz tabulka 1

n_{ζ} – počet činností stejného druhu během jednoho dne

j – počet druhů činností prováděných během dne

Tabulka 2, produkce šedé vody dle činností [28]

Druh činnosti	Produkce šedé vody pro příslušnou činnost	
	q_{ζ}	
	(l)	
Mytí rukou ¹⁾	3	
Mytí těla v umyvadle	15	
Sprchování (běžná sprcha) ¹⁾	45	
Koupele ve vaně	120	
¹⁾ Platí pro běžné výtokové armatury. U výtokových armatur se samočinným uzavíráním se produkce šedé vody může stanovit podle počtu otevření při jedné činnosti, průtoku výtokovou armaturou (podle údajů výrobce armatury) a doby výtoku po jednom otevření.		

Přibližná metoda stanovení průměrné denní produkce šedé vody

Objem vyprodukované šedé vody Q_{prod} [l/den], se může odhadnout ze vztahu:

$$Q_{\text{prod}} = \frac{N}{100} \times Q_p$$

N – odhadnutí část z celkové denní produkce odpadních vod, kterou tvoří šedá voda v [%]

Q_p – celková denní produkce odpadních vod v [l]

1.13 STANOVENÍ POTŘEBY BÍLÉ VODY

Pro návrh zařízení na využití šedé vody je nutné stanovit denní a popřípadě roční potřebu provozní vody.

Denní potřeba provozní vody Q_{24} v [l/den], se stanoví ze vztahu:

$$Q_{24} = Q_{wc} + Q_{tech} + Q_{zal}$$

Q_{wc} – specifická potřeba vody pro splachování záchodových mís a pisoárů, v [l/(osoba . den)]

Q_{tech} – denní potřeba vody pro technologické procesy, v [l/den]

Q_{zal} – potřeba vody pro zalévání nebo kropení, v [l/(m² . den)]

Potřeba vody pro splachování záchodových mís a pisoárů Q_{wc} , v [l/(osoba . den)], se stanoví podle vztahu:

$$Q_{wc} = q_o \times p \times n + q_{pis} \times n$$

$q_{o, pis}$ – splachovací objem, v [l] podle navržených splachovačů nebo orientačně podle tabulky 4

p – počet použití jednou osobou během dne, podle tabulky 3

n – počet měrných jednotek [počet osob, obyvatel, lůžek]

Pokud jsou navrženy nádržkové splachovače s dvojitým dávkováním vody (malé a velké spláchnutí), stanoví se splachovací objem q_o , v [l], podle vztahu:

$$q_o = \frac{q_v + 2 \times q_m}{3}$$

q_v – objem vody při velkém spláchnutí, v [l], podle navržených splachovačů nebo tabulky 4

q_m – objem vody při malém spláchnutí, v [l], podle navržených splachovačů nebo tabulky 4

Tabulka 3, počet použití jednou osobou během dne podle druhu budovy [28]

Druh mísy a pohlaví uživatele	Počet použití jednou osobou během dne podle druhu budovy - p					
	Bytové nebo rodinné domy	Studentské koleje	Školy	Administrativní budovy	Maloobchodní prodejny	
					Zaměstnanci	Návštěvníci
Záchodové mísy pro muže, pokud jsou instalovány také pisoáry	--	--	0,7	1	1	0,17
Záchodové mísy pro muže, pokud nejsou instalovány pisoáry	6	4,42	1,5	4	4	1
Záchodové mísy pro ženy	6	4,42	1,5	4	4	1
Pisoárové mísy pro muže	--	--	1	3	3	0,83

Tabulka 4, splachovací objem [28]

Zařizovací předmět	Splachovací objem q_o a q_{pis} (l)	
	Velké spláchnutí	Malé spláchnutí
Záchodová mísa	4	2
	4,5	3
	6	3
	8	--
	9	3
	10	3
Pisoárová mísa bez odsávání	1,5	--
Pisoárová mísa s odsáváním	3	--

Potřeba vody pro praní q_{pr} **Tabulka 5, potřeba vody pro praní [28]**

Druh budovy	Potřeba vody pro praní q_{pr}
Bytový nebo rodinný dům	15 l/obyvatel . den
Hotel – prádelna	14 l/lůžko . den

Potřeba vody pro zalévání a kropení q_{zal} , v $[l/m^2 \cdot den]$ a úklid $q_{úkl}$, v $[l/m^2 \cdot den]$

Tabulka 6, potřeba vody pro zalévání, kropení a úklid [28]

Způsob použití	Jedno použití ($l/m^2 \cdot den$)	Roční potřeba ($l/m^2 \cdot rok$)
Zalévání zahrady	1,0 ¹⁾	60 ²⁾
Kropení hřišť	1,2	200 ²⁾
Kropení zeleně	1	80 až 200 ²⁾
Úklid – jen, studená provozní voda (pro úklid se zároveň používá také teplá pitná voda)	0,1 ³⁾	--
Úklid – studená provozní voda (bez teplé pitné vody)	0,3 ³⁾	--
¹⁾ Na plochu celé zahrady, i když se zalévá jen její část ²⁾ Předpokládá se zalévání nebo kropení od dubna do září ³⁾ Na plochu podlahy, u které se předpokládá mokřý úklid		

Roční potřeba provozní vody Q_r , v $[l/rok]$, se stanoví podle vztahu:

$$Q_r = Q_{24} \cdot d + Q_{zal} \cdot A_{zal}$$

Q_{24} – denní potřeba provozní vody pro využití v budově, v $[l/den]$, avšak bez zalévání a kropení
 d – počet dnů v roce, kdy se provozní voda využívá (v bytech 365 dní, v ostatních budovách například v pracovních dnech apod.)

Q_{zal} – roční potřeba provozní vody pro zalévání nebo kropení, v $[l/(m^2 \cdot rok)]$, viz tabulka 6

A_{zal} – plocha zahrady i když není celá zahrada zalévána, v $[m^2]$

Posouzení využití šedé vody

Využití šedé vody je efektivní, pokud platí vztah:

$$Q_{prod} > Q_{24}$$

Q_{prod} – denní objem vyprodukované šedé vody, v $[l/den]$

Q_{24} – denní potřeba provozní vody, v $[l/den]$

1.14 NÁVRH OBJEMU NOSIČE BIOMASY

Zatížení vod

Tabulka 7, zatížení vody [2]

CHSK	250-430 mg/l
BSK ₅	125-250 mg/l
N _{CELKOVÝ}	0,7-48 mg/l

Pro návrh objemu nosiče biomasy se používá hodnota maximálního povrchového zatížení nosiče. Tato hodnota se stanovuje z hodnoty přitékajícího zatížení (CHSK nebo BSK v g/den). Hodnota povrchového zatížení se udává v kg CHSK nebo BSK₅/m².d

Pro BSK₅ se počítá se zatížením 0,004 kg.BSK₅/m².d

Pro CHSK se počítá se zatížením 0,008 kg.CHSK/m².d

Kromě spotřeby kyslíku pro rozklad BSK, musíme dále počítat s oxidací NH_4 , který zvyšuje požadované množství vzduchu v závislosti na obsahu dusíku v šedé vodě (cca 10 mg N/l). To vede ke zvýšení spotřeby kyslíku o cca 30 mg/l. [30]

Výpočet spotřeby vzduchu pro biologické čištění

Vstupní hodnoty

Střední hodnota zatížení vody BSK_5 , CHSK a NH_4 v [mg/l]

Obsah kyslíku ve vzduchu c_{O_2} v [kg O_2 /m³]

Spotřeba kyslíku O_2 v [kg O_2 /kg BSK_5]

Denní nátok šedé vody Q_{prod} v [l/d]

$$\text{GW}_{\text{přítok}} = \text{BSK}_5 + \text{CHSK} + \text{NH}_4 \text{ [mg BSK}_5\text{/l]}$$

$$\text{BSK}_{5,\text{D}} = Q_{\text{prod}} \cdot \text{GW}_{\text{přítok}} \text{ [kg BSK}_5\text{/d]}$$

$$\text{BSK}_{5,\text{min}} = \text{BSK}_{5,\text{D}} / 1440 \text{ [kg BSK}_5\text{/min]}$$

$$V_{\text{O}_2,\text{min}} = \text{BSK}_{5,\text{min}} \cdot \text{O}_2 \text{ [mg O}_2\text{/min]}$$

$$V_{\text{vzduch}_{\text{min}}} = V_{\text{O}_2,\text{min}} \cdot 10^2 / c_{\text{O}_2} \cdot 10^3 \text{ [l}_{\text{vzduch}}\text{/min]}$$

$$V_{\text{vzduch}_{\text{den}}} = V_{\text{vzduch}_{\text{min}}} \cdot 1440 \cdot 10^{-3} \text{ [m}^3\text{/d]}$$

Objem nosiče biomasy

Vstupní hodnoty

Povrchové zatížení nosiče, SLC, v [kg. BSK_5 /m².d]

Specifický povrch nosiče biomasy, SSC, v [m²/m³]

Požadovaná plocha nosiče biomasy

$$A_{\text{biom}} = \text{BSK}_{5,\text{D}} / \text{SLC} \text{ [m}^2\text{]}$$

Objem náplně nosiče biomasy

$$V_{\text{biom}} = A_{\text{biom}} \cdot 1000 / \text{SSC} \text{ [l]}$$

Dimenzování dmyhadla

Vzduch je do čistírny dodáván dmyhadlem, které plní několik zásadních funkcí:

- Čištění vláknových membrán od usazenin. (požadované množství dodávaného vzduchu na jednu membránu je 15 l/min)
- Čištění nosiče biomasy vířením v nádrži ((požadované množství dodávaného vzduchu na jeden litr náplně je 0,5 l/min)
- Dodávka vzduchu pro biologické procesy (viz. potřeba vzduchu pro biologické čištění)

Vstupní hodnoty

Požadovaná potřeba vzduchu pro biologické procesy - $V_{\text{vzduch}_{\min}} \cdot 60 \cdot 24$ [m³/den]

Počet membrán - n , v [ks]

Objem náplně bioreaktoru - V_{biom} , v [l]

$Q_{\text{vzduch}} = V_{\text{vzduch}_{\min}} \cdot 60 \cdot 24 + n \cdot 15 + V_{\text{biom}}$, $v \cdot 0,5$ [l/min]

Návrh pracovního cyklu dmyhadla

5 min provzdušňování, 10 min bez provzdušňování

$20 \text{ min/h} \cdot 24 \text{ h} = 8 \text{ h/den} = 480 \text{ min/den}$

$480 \text{ min/den} \times Q_{\text{vzduch}} = [\text{l/den}] > V_{\text{vzduch}_{\text{den}}}$

Výpočet plochy membrán

- Předpokládaný denní průtok: 200 l/den
- Filtrační doba: 4 h/den
- Podtlak od sacího čerpadla: 0,2 bar
- Specifický průtok membránou: 50 l/m².h.bar
- Hodinový průtok membránou = $200 \text{ l/den} / 4 \text{ h/den} = 50 \text{ l/h}$
- Potřebná minimální plocha filtrace: $50 \text{ l/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{bar} / 50 \text{ l/h} / 0,2 \text{ bar} = 5 \text{ m}^2$

Objem bioreaktoru a nádrže na čistou vodu

Objem bioreaktoru a zásobníku vyčištěné vody v systému čištění odpadních vod s biologickým čištěním ($25 \text{ mg/l} < \text{BSK}_5 < 250 \text{ mg/l}$) jako je čištění šedých vod, musí být nejméně jednodenní produkce šedé vody a musím být dostatečně velký pro instalaci membránové jednotky.

Výpočet denní produkce šedé vody závisí na typu budovy, možnosti připojení sprch, van, praček atd. a očekávaném počtu uživatelů budovy.

Celková denní produkce je součtem jednotlivých produkcí od jednotlivých zdrojů šedé vody.

$Q_{24} = Q_{wc} + Q_{tech} + Q_{zal}$ [l/den]

2 VÝPOČTOVÁ ČÁST

2.1 VÝPOČTY SOUVYSEJÍCÍ S ANALÝZOU ZADÁNÍ A KONCEPČNÍM ŘEŠENÍM INSTALACÍ V CELÉ BUDOVĚ A JEJICH NAPOJENÍ NA STÁVAJÍCÍ INŽENÝRSKÉ SÍTĚ.

2.1.1 BILANCE POTŘEBY VODY

Řešeným objektem je bytový dům o čtyřech nadzemních a jednom podzemním podlaží, kde se v každém nadzemním podlaží nachází jedna bytová jednotka. Uvažuje se, že v prvním nadzemním podlaží budou bydlet dvě osoby a v každém zbývajícím nadzemním podlaží čtyři osoby. Celkově bude tedy v domě bydlet čtrnáct osob. Podle vyhlášky č. 120/2011 Sb. Je roční potřeba vody pro byty s místní přípravou teplé vody rovna 35m³/rok.

Specifická potřeba vody

Specifická potřeba vody – q

q = roční potřeba vody / počet provozních dnů v roce – 35/365 = 0,096 m³/os./den

q = 96 l/os/den

Průměrná denní potřeba vody

Q_p = q · n = 96 · 14 = 1344 l/den = 1,344 m³/den

q = specifická denní potřeba vody na měrnou jednotku; q = 96 l/os/den

n = počet měrných jednotek

Maximální denní potřeba vody

Q_m = Q_p · k_d = 1344 x 1,5 = 2016 l/den = 2,016 m³/den

k_d = koeficient denní nerovnoměrnosti; k_d = 1,25 – 1,5

Maximální hodinová potřeba vody

$Q_h = \frac{Q_m}{t} \cdot K_h = \frac{2016}{24} \cdot 2,1 = 176,4 \text{ l/hod}$

K_h = koeficient hodinové nerovnoměrnosti; K_h = 1,8 – 2,1

Roční potřeba vody

Q_r = Q_p · d = 1,344 · 365 = 490,56 m³/rok

d = počet provozních dnů budovy

Q_r = 35 · n = 35 · 14 = 490 m³/rok

n = počet měrných jednotek

2.1.2 BILANCE POTŘEBY TEPLÉ VODY

Průměrná denní potřeba teplé vody

$$Q_{pT} = q \cdot n = 40 \cdot 14 = 560 \text{ m}^3/\text{den}$$

q = specifická denní potřeba teplé vody na měrnou jednotku; $q = 40 \text{ m}^3/\text{os}/\text{den}$

n = počet měrných jednotek

2.1.3 BILANCE ODTOKU ODPADNÍCH VOD

Průměrný denní odtok splaškové vody

$$Q_{po} = q \cdot n = 96 \cdot 14 = 1344 \text{ l}/\text{den}$$

q = specifická produkce odpadních vod na měrnou jednotku; $q = 96 \text{ l}/\text{os}/\text{den}$ dle ČSN 75 6402

n = počet měrných jednotek

Maximální denní odtok splaškové vody

$$Q_{mo} = Q_p \cdot k_d = 1344 \cdot 1,5 = 2016 \text{ l}/\text{den} = 2,016 \text{ m}^3/\text{den}$$

k_d = koeficient denní nerovnoměrnosti; $k_d = 1,25 - 1,5$

Maximální hodinový odtok splaškové vody

$$Q_{ho} = \frac{Q_{mo}}{t} \cdot K_h = \frac{2016}{24} \cdot 7,2 = 604,8 \text{ l}/\text{hod}$$

K_h = koeficient hodinové nerovnoměrnosti; $K_h = 7,2$ (30 os)

Tabulka 8, koeficient maximální hodinové nerovnoměrnosti [50]

Připojení obyvatelé	30	40	50	75	100	300	400	500
K_h	7,2	6,9	6,7	6,3	5,9	4,4	3,5	2,6

Roční odtok splaškové vody

$$Q_{ro} = Q_{po} \cdot d = 1,344 \cdot 365 = 490,56 \text{ m}^3/\text{rok}$$

d = počet provozních dnů budovy

Poznámka:

Bilance potřeby vody a bilance odtoku odpadních vod spolu nekorespondují, jelikož pro výpočet potřeby vody byla vzata hodnota 35m³/rok dle vyhlášky č. 48/2014 Sb. Na základě této hodnoty byla stanovena specifická potřeba vody 96 l/os/den.

2.1.4 BILANCE ODTOKU SRÁŽKOVÝCH VOD

Součinitel odtoku dešťových vod (nepropustná vrstva) – $c = 1,0$

Odvodňovaná plocha – $A = 147,41 \text{ m}^2$

Redukovaná plocha – $A_{red} = A \cdot c = 147,41 \cdot 1,0 = 147,41 \text{ m}^2$

Dlouhodobý srážkový úhrn – Otrokovice $h = 775 \text{ mm}/\text{rok}$

Roční odtok srážkové vody

$$Q_{rs} = A_{red} \cdot h = 147,41 \cdot 0,775 = 114,24 \text{ m}^3/\text{rok}$$

2.1.5 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT BUDOVY – OBÁLKOVÁ METODA

Charakteristika budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	1448,34 m ³
Celková plocha A – součet všech ploch ochlazovaných konstrukcí, ohraničujících objem budovy	492,3 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,340
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{in}	20 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období – Zlín θ_e	-12 °C

Celková ztráta prostupem

Konstrukce	Plocha	Součinitel	Rozdíl teplot	Ztráta prostupem
	A_j	U_j	$\theta_{ini,i} - \theta_e$	$Q_{T,i}$
	[m ²]	[W/(m ² K)]	[°C]	[W]
Vnější stěny	169,73	0,3	32	1 629,41
Vstupní dveře	30,73	1,7	32	1 671,71
Střecha	121,2	0,24	32	930,82
Okna	49,44	1,5	32	2 373,12
Podlaha nad suterénem	121,2	0,6	12	872,64
Celkem	492,3			7 477,7
Tepelné vazby	$= 492,3 \times 0,02 \times 32$			504,12
Ztráty prostupem celkem			QT =	7 981,82

$$Q_T = \sum (A_j \cdot U_j \cdot (\theta_{ini,i} - \theta_e)) + \sum A_j \cdot \Delta U_{tbn} \cdot (\theta_{ini,i} - \theta_e)$$

Q_T = tepelná ztráta prostupem (W)

A_j = plocha (m²)

U_j = součinitel prostupu tepla (W/(m²K))

$\theta_{ini,i} - \theta_e$ = rozdíl vnitřní a vnější návrhové teploty (°C)

ΔU_{tbn} = celkový průměrný vliv tepelných vazeb mezi konstrukcemi (W/(m²K)); $\Delta U_{tbn} = 0,02$ W/(m²K)

Ztráta větráním (přirozené)

Zjednodušený vzduchový objem budovy

$$V_a = 0,8 \cdot V_b = 0,8 \cdot 1448,34 = 1158,67 \text{ m}^3$$

Objemový tok větracího vzduchu z hygienických požadavků

$$V_{ih} = n \cdot V_a = 0,5 \cdot 1158,67 = 579,34 \text{ m}^3$$

Číslo výměny vzduchu

$$n = 0,3 - 0,6; n = 0,5$$

Ztráta větráním

$$Q_{Vi} = 0,34 \cdot V_{ih} \cdot (\theta_{ini,i} - \theta_e) = 0,34 \cdot 579,34 \cdot (20 + 12) = 6 303,22 \text{ W}$$

Celková předběžná tepelná ztráta budovy

$$Q_Z = Q_T + Q_{Vi} = 7 981,82 + 6 303,22 = 14 285,04 \text{ W} = 14,3 \text{ kW}$$

2.1.6 BILANCE POTŘEBY PLYNU

Potřeba plynu pro vaření

Plynový sporák s elektrickou troubou (4ks)

Maximální hodinová potřeba plynu

$$Q_h = n \cdot q = 4 \cdot 0,8 = 3,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Jmenovitá spotřeba plynu} = 0,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Roční potřeba plynu

$$Q_r = 4 \cdot 85 = 340 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$\text{Jmenovitá roční spotřeba plynu} = 85 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Potřeba plynu pro ohřev teplé vody

Plynový kotel

$$\text{Potřeba teplé vody } V: \quad V = 560 \text{ l/den}$$

$$\text{Teplota studené vody } t_{sv}: \quad t_{svl} = 15^\circ\text{C (v létě)}; t_{svz} = 10^\circ\text{C (v zimě)}$$

$$\text{Teplota teplé vody } t_{tv}: \quad t_{tv} = 55^\circ\text{C}$$

Korekce proměnlivé vstupní teploty k:

$$k = \frac{t_{tv} - t_{svl}}{t_{tv} - t_{svz}} = \frac{55 - 15}{55 - 10} = 0,89$$

$$\text{Výhřevnost zemního plynu } H: \quad H = 34,08 \text{ MJ/m}^3$$

Teplo pro ohřev vody $E_{tv,d}$ [kWh/den]

$$E_{tv,d} = V \cdot c \cdot (t_{tv} - t_{svz})$$

c – měrná tepelná kapacita vody; $c = 1,163 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

$$E_{tv,d} = 560 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 29\,307 \text{ Wh/den} = 29,31 \text{ kWh/den}$$

Roční potřeba tepla E_{TV} [MWh/rok]

$$E_{TV} = E_{TV,d} \cdot d + k \cdot E_{TV,d} \cdot (350 - d)$$

$$E_{TV} = 29,31 \cdot 231 + 0,89 \cdot 29,31 \cdot (350 - 231) = 9\,875 \text{ kWh/rok} = 9,875 \text{ MWh/rok}$$

Spotřeba energie $E_{TV,SK}$ [MWh/rok]

$$E_{TV,SK} = \frac{E_{TV}}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}}$$

η_{zdroj} – účinnost zdroje; $\eta_{zdroj} = 0,9$

η_{distr} – ztráta v distribuční síti; $\eta_{distr} = 0,55$

$$E_{TV,SK} = \frac{9,875}{0,9 \cdot 0,55} = 19,95 \text{ MWh}$$

Spotřeba zemního plynu E_{SP2} [m³/rok]

$$E_{SP2} = 3600 \cdot (E_{TV,SK}/H)$$

$$E_{SP2} = 3600 \cdot (19,95/34,08) = 2\,107 \text{ m}^3/\text{rok}$$

2.1.6.1 POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

Teoretická roční potřeba tepla pro vytápění

$$Q_{zr} = \frac{24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot Q_z \cdot D}{(t_i - t_e)}$$

ε = součinitel vyjadřující nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací; $\varepsilon = 0,85$

e = přerušované vytápění během noci; $e = 1$

Q_z = tepelné ztráty; $Q_z = 14,3$ kW – viz obálková metoda

t_i = výpočtová vnitřní teplota; $t_i = 20^\circ\text{C}$

t_e = výpočtová venkovní teplota; $t_e = -12^\circ\text{C}$

D = počet denostupňů

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es})$$

d = počet dní otopného období; $d = 231$

t_{is} = průměrná vnitřní teplota; $t_{is} = 21^\circ\text{C}$

t_{es} = průměrná venkovní teplota v otopném období; $t_{es} = 3,8^\circ\text{C}$ (pro $t_{em} = 13^\circ\text{C}$)

$$D = 231 \times (21 - 3,8) = 3973,2$$

$$Q_{zr} = \frac{24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot Q_z \cdot D}{(t_i - t_e)} = \frac{24 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 14,3 \cdot 3973,2}{(20 + 12)} = 36,22 \text{ MWh/rok}$$

Skutečná roční potřeba tepla pro vytápění

$$Q_{skut} = \frac{Q_{zr}}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}} = \frac{36,22}{0,9 \cdot 0,99} = 40,65 \text{ MWh/rok}$$

η_{zdroj} – účinnost zdroje; $\eta_{zdroj} = 0,9$

η_{distr} – ztráta v distribuční síti; $\eta_{distr} = 0,99$

Navrhují kondenzační plynový kotel **Viessmann Vitodens 200**

Výkon kotle: 2,4 – 24,1 kW

Roční potřeba plynu

$$P = 3600 \cdot (Q_{skut}/H)$$

$$P = 3600 \cdot (40,65/34,08) = 4\,294 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Celková roční potřeba plynu E_{SP} [m³/rok]

$$E_{SP} = 340 + 2\,107 + 4\,294 = \underline{\underline{6\,741 \text{ m}^3/\text{rok}}}$$

2.2 VÝPOČTY SOUVYSEJÍCÍ S NÁSLEDNÝM ROZPRACOVÁNÍM KANALIZACE, VODOVODU A PLYNOVODU

2.2.1 NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY

Dle ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování

Skutečná potřeba tepla

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z}$$

Teplo odebrané

$$Q_{2t} = c \cdot V_{2t} \cdot (\Theta_2 - \Theta_1)$$

c – měrná tepelná kapacita vody; $c = 1,163 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$

Θ_2 – návrhová teplota teplé vody; $\Theta_2 = 55^\circ\text{C}$

Θ_1 – návrhová teplota studené vody; $\Theta_1 = 10^\circ\text{C}$

V_{2t} – potřeba teplé vody za periodu [m^3/per]

$$V_{2t} = 14 \cdot 0,082 = 1,148 \text{ m}^3$$

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot 1,148 \cdot (55 - 10) = 60,1 \text{ kWh}$$

Teplo ztracené

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z$$

z – součinitel ztrát; $z = 0,5$

$$Q_{2z} = 60,1 \cdot 0,5 = 30,05 \text{ kWh}$$

Skutečná potřeba tepla

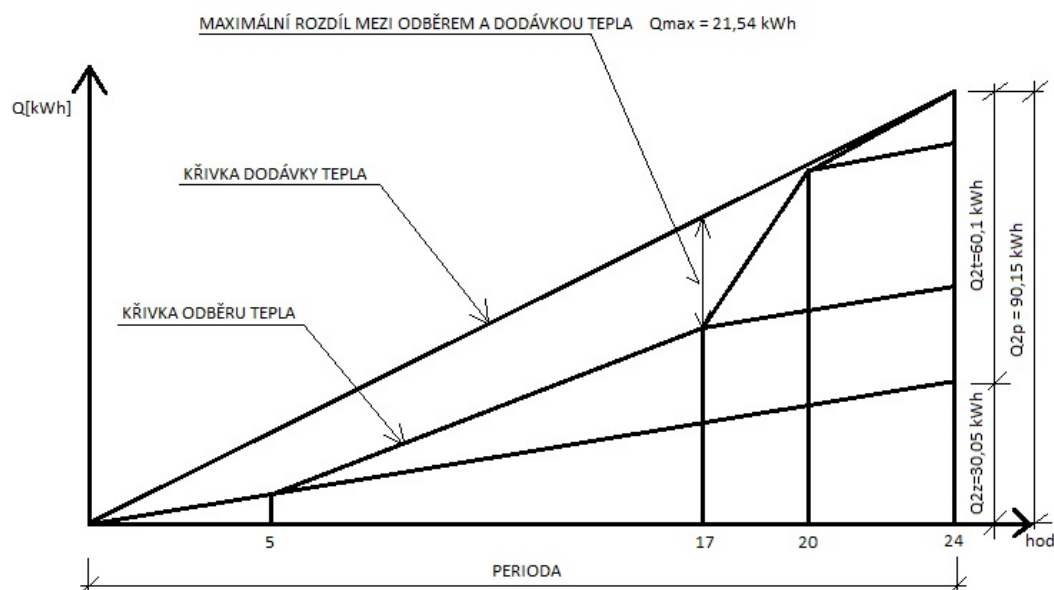
$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 60,1 + 30,05 = 90,15 \text{ kWh}$$

Tabulka 9, bilance potřeby tepla a teplé vody dle druhu budovy (výňatek) [42]

Druh objektu	Měrná jednotka	Činnost	Potřeba V_{2t} [m^3/per]	Teplo Q_{2t} [kWh/per]	Součinitel současnosti s
Stavby pro bydlení	1 osoba	Umývání, vaření a úklid	0,082	4,3	Do 35 os. = 1

Rozdělení teoretické potřeby tepla Q_{2t} do fází dle průběhu potřeby teplé vody v době periody:

5-17 hod.	35%	21,03 kWh (t. odebrané)
17-20 hod.	50%	30,05 kWh
20-24 hod.	15%	9,02 kWh



Obrázek 7, Odběrový diagram – určení ΔQ_{\max}

Odběrový diagram – určení ΔQ_{\max} – největší možný rozdíl mezi křivkou odběru tepla ze zásobníku a křivkou dodávky tepla do zásobníku.

$$\Delta Q_{\max} = 21,54 \text{ kWh}$$

Objem zásobníku

$$V_z = \Delta Q_{\max} / (c(\vartheta_2 - \vartheta_1))$$

$$V_z = 21,54 / (1,163 \cdot 45) = 0,41 \text{ m}^3 = 410 \text{ l}$$

2.2.2 NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY – ŘEŠENÍ PODLE METODY V SEŠITĚ PROJEKTANTA

$$V_z = q_{TV, \max} \cdot n \cdot k_{TV} \cdot \Psi$$

$q_{TV, \max}$ - maximální specifická potřeba teplé vody na osobu a den;

$$q_{TV, \max} = 60 \text{ l/osoba} \cdot \text{den}$$

n – počet osob, pro které je zásobníkový ohřívač určen; $n = 14$

k_{TV} – součinitel nerovnoměrné potřeby teplé vody [osoba . den];

Ψ – součinitel mrtvého prostoru: zvoleno $\Psi = 1,15$

Doba ohřevu	Počet obyvatel	k_{TV}	V_z	Přepočteno na 1 h	Trvalý průtok vody při ohřevu z 10°C na 60°C	objem
0,5 h	14	0,21	202,9 l	405,8 l/h	1008 l/h	400 l
1,0 h	14	0,22	212,5 l	212,5 l/h	812 l/h	250 l
2,0 h	14	0,34	328,4 l	164,2 l/h	413 l/h	200 l
3,0 h	14	0,45	434,7 l	144,9 l/h	413 l/h	200 l

Tabulka 10, výpočet objemu zásobníkového ohřívače teplé vody

$$Q_n = V_1 \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

V_1 – objem vody ohříváný v ohřívači z 1 h

c – měrná tepelná kapacita vody; $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

t_1 – teplota studené vody; $t_1 = 10\text{ °C}$

t_2 – teplota teplé vody; $t_2 = 55\text{ °C}$

$$Q_{0,5n} = 405,8 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 21,24\text{ kW}$$

$$\underline{Q_{1n} = 212,5 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 11,12\text{ kW}}$$

$$Q_{2n} = 164,2 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 8,59\text{ kW}$$

$$Q_{3n} = 144,9 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 7,58\text{ kW}$$

Návrh zásobníku a kotle

Dle mého názoru je optimálnějším řešením návrh zásobníku podle metody v sešitě projektanta, proto jsem pomocí této metody navrhl zásobník.

Navrhuji vertikální zásobníkový ohřívač vody **Viessmann Vitocell 300-V EVI**

Teplosměnná plocha: $A = 1,3\text{ m}^2$

Objem zásobníku: $V = 300\text{ l}$

Výkon ohřevu: $Q_{1n} = 59\text{ kW}$

Navrhuji kondenzační plynový kotel **Viessmann Vitodens 200**

Výkon kotle: $2,4 - 24,1\text{ kW}$

2.2.3 KANALIZACE

2.2.3.1 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ SPLAŠKOVÉ KANALIZACE

ČSN EN 12056- 2 – Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy – Část 2: Odvádění splaškových odpadních vod – Navrhování a výpočet

ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace

Průtok splaškových vod

$$Q_{ww} = K \cdot \Sigma DU \text{ [l/s]}$$

K – součinitel odtoku [$l^{0,5}/s^{0,5}$]

Bytové domy – $K = 0,5 \text{ [l}^{0,5}/\text{s}^{0,5}]$

ΣDU - součet výpočtových odtoků [l/s]

Celkový průtok splaškových vod

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p \text{ [l/s]}$$

Q_{ww} – průtok splaškových vod [l/s]

Q_c – trvalý průtok, který trvá déle než 5 min stanovený individuálně nebo od zařizovacích předmětů s hromadným a nárazovým používáním [l/s]

$$Q_c = z \cdot \Sigma DU \text{ [l/s]}$$

z – součinitel teoretického zdržení odtoku v zařizovacích předmětech

ΣDU - součet výpočtových odtoků [l/s]

Q_p – čerpaný průtok [l/s]

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p \text{ [l/s]}$$

$$Q_{tot} = Q_{ww} + 0 + 0 = Q_{ww} \text{ [l/s]}$$

Tabulka 11, výpočtové odtoky DU jednotlivých zařizovacích předmětů [45]

Zařizovací předmět	Výpočtový odtok DU [l/s]	DN
Umývatko	0,3	40
Umyvadlo	0,5	40
Vana	0,8	50
Kuchyňský dřez	0,8	50
Automatická pračka	0,8	50
Bytová myčka nádobí	0,8	50
Záchodová mísa	2,5	100
Keramická výlevka	2,5	100
Podlahová vpust' DN 100	2,0	100

Potrubí od jednoho zařizovacího předmětu se navrhuje podle tabulky 11.

Číslování úseků viz schéma splaškové kanalizace – rozvinutý řez



Průtok splaškových vod nevětraného připojovacího potrubí

POTRUBÍ 3

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: UM1

$Q_{ww1} \rightarrow DU = 0,3 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: UM1 + U1

$Q_{ww2} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{0,3 + 0,5} = 0,45 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: AP1

$Q_{ww3} \rightarrow DU = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: VA1

$Q_{ww4} \rightarrow DU = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: UM2

$Q_{ww5} \rightarrow DU = 0,3 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: UM2 + U2

$Q_{ww6} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{0,3 + 0,5} = 0,45 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: AP2

$Q_{ww7} \rightarrow DU = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: VA2

$Q_{ww8} \rightarrow DU = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: UM3

$Q_{ww9} \rightarrow DU = 0,3 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: UM3 + U3

$Q_{ww10} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{0,3 + 0,5} = 0,45 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: VA3

$Q_{ww11} \rightarrow DU = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: AP3

$Q_{ww12} \rightarrow DU = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: AP4

$Q_{ww13} \rightarrow DU = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: AP4 + U4

$Q_{ww14} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{0,5 + 0,8} = 0,57 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: AP4 + U4 + VA4

$Q_{ww15} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{0,5 + 2 \cdot 0,8} = 0,73 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 75$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: UM4

$Q_{ww16} \rightarrow DU = 0,3 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: AP1 + UM1 + U1 + VA1 + AP2 + UM2 + U2 + VA2 + AP3 + UM3 + U3 + VA3 + AP4 + U4 + VA4 + UM4

$Q_{ww17} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,5 + 8 \cdot 0,8} = 1,55 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 100$

POTRUBÍ 5

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: VP

$Q_{ww18} \rightarrow DU = 2 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 110$

POTRUBÍ 4

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: MN1

$Q_{ww19} \rightarrow DU = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: MN1 + DD1

$Q_{ww20} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{0,8 + 0,8} = 0,63 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: MN2

$Q_{ww21} \rightarrow DU = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: MN2 + DD2

$Q_{ww22} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{0,8 + 0,8} = 0,63 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: MN3

$Q_{ww23} \rightarrow DU = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: MN3 + DD3

$Q_{ww24} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{0,8 + 0,8} = 0,63 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: DD4

$Q_{ww25} \rightarrow DU = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: MN4 + DD4

$Q_{ww26} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{0,8 + 0,8} = 0,63 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: MN1 + DD1 + MN2 + DD2 + MN3 + DD3 + MN4 + DD4

$Q_{ww27} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{4 \cdot 0,8 + 4 \cdot 0,8} = 1,27 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 75$

POTRUBÍ 4"

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: VP

$Q_{ww28} \rightarrow DU = 2 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 110$

POTRUBÍ 1

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: WC1

$Q_{ww29} \rightarrow DU = 2,5 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 110$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: WC1 + WC2

$$Q_{ww30} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{2 \cdot 2,5} = 1,12 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 110}$$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: WC1 + WC2 + WC3

$$Q_{ww31} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{3 \cdot 2,5} = 1,37 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 110}$$

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: WC1 + WC2 + WC3 + WC4

$$Q_{ww32} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{4 \cdot 2,5} = 1,58 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 110}$$

POTRUBÍ 2

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: VL

$$Q_{ww33} \rightarrow DU = 2,5 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 110}$$

Připojovací potrubí bude provedeno z PP HT

Průtok splaškových vod odpadního potrubí s hlavním větracím potrubím

ODPADNÍ POTRUBÍ 3

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: UM1 + U1 + VA1 + AP1 + UM2 + U2 + VA2 + AP2 + UM3 + U3 + VA3 + AP3 + U4 + VA4 + UM4 + AP4

$$Q_{ww17} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,5 + 4 \cdot 0,8 + 4 \cdot 0,8} = 1,55 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 110}$$

ODPADNÍ POTRUBÍ 4

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: MN1 + DD1 + MN2 + DD2 + MN3 + DD3 + MN4 + DD4 + VP

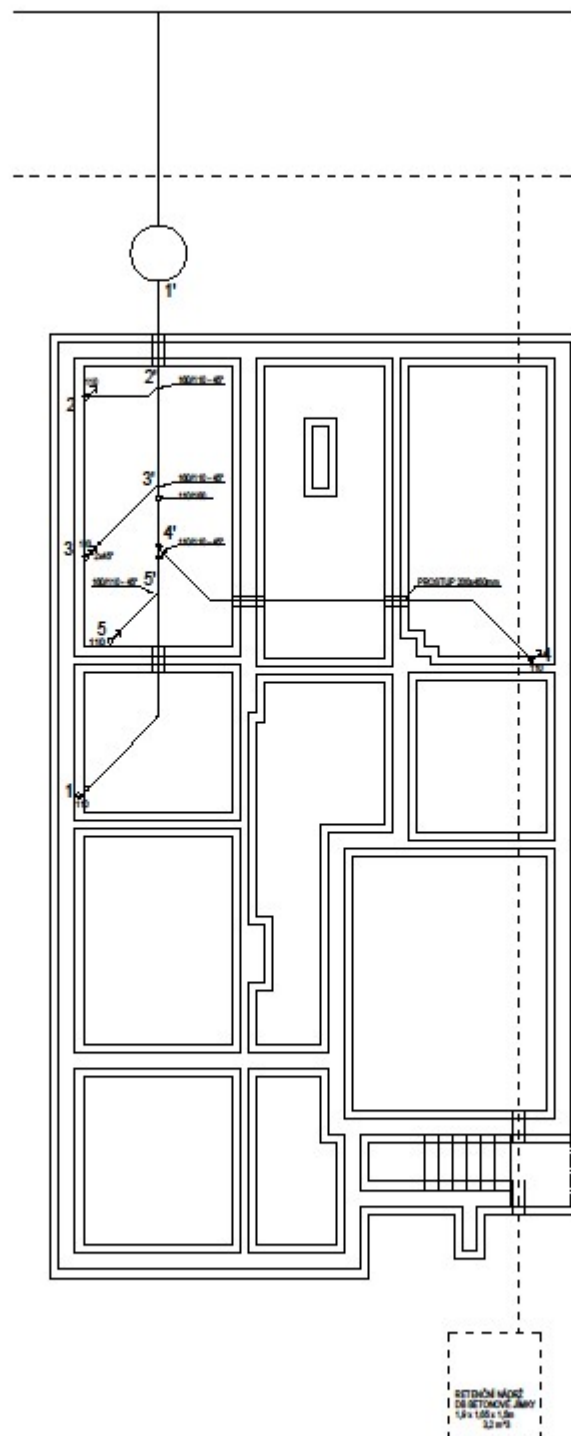
$$Q_{ww27} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{4 \cdot 0,8 + 4 \cdot 0,8 + 2} = 1,45 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 110}$$

ODPADNÍ POTRUBÍ 1

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY: WC1 + WC2 + WC3 + WC4

$$Q_{ww32} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{4 \cdot 2,5} = 1,58 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 110}$$

Odpadní potrubí bude provedeno z PP HT



Průtok splaškových vod svodného potrubí

Stupeň plnění 70%

Stanovení průměru svodného potrubí podle tabulky 1.3.

Číslování úseků viz schéma splaškové a dešťové kanalizace – půdorys základů

Tabulka 12, hydraulické kapacity Q_{\max} při stupni plnění 70 % [45]

Sklon	DN 100		DN 125		DN 150		DN 200	
J %	Q _{max} l/s	v m/s	Q _{max} l/s	v m/s	Q _{max} l/s	v m/s	Q _{max} l/s	v m/s
1,0	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2
1,5	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5
2,0	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7
2,5	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9
3,0	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1
3,5	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2
4,0	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4
4,5	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5
5,0	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7

$Q_{ww32} \rightarrow Q_{ww34} = 1,58 \text{ l/s}$, SKLON 3% \rightarrow DN/OD 110

$Q_{ww18} \rightarrow Q_{ww34} = 2 \text{ l/s}$, SKLON 3% \rightarrow DN/OD 110

$Q_{ww34} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{4 \cdot 2,5 + 2} = 1,73 \text{ l/s} \rightarrow 2 \text{ l/s} \rightarrow$ DN/OD 110

$Q_{ww27} \rightarrow Q_{ww35} = 1,45 \text{ l/s}$, SKLON 3% \rightarrow DN/OD 110

$Q_{ww34} \rightarrow Q_{ww35} = 2 \text{ l/s}$, SKLON 3% \rightarrow DN/OD 110

$Q_{ww35} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{4 \cdot 2,5 + 2 \cdot 2 + 8 \cdot 0,8} = 2,26 \text{ l/s} \rightarrow$ DN/OD 110

$Q_{ww17} \rightarrow Q_{ww36} = 1,55 \text{ l/s}$, SKLON 3% \rightarrow DN/OD 110

$Q_{ww35} \rightarrow Q_{ww36} = 2,26 \text{ l/s}$, SKLON 3% \rightarrow DN/OD 110

$Q_{ww36} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{4 \cdot 2,5 + 2 \cdot 2 + 16 \cdot 0,8 + 4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,5} = 2,74 \text{ l/s} \rightarrow$
DN/OD 110

$Q_{ww33} \rightarrow Q_{ww37} = 2,5 \text{ l/s}$, SKLON 3% \rightarrow DN/OD 110

$Q_{ww36} \rightarrow Q_{ww37} = 2,74 \text{ l/s}$, SKLON 3% \rightarrow DN/OD 110

$Q_{ww37} \rightarrow DU = K \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{4 \cdot 2,5 + 2 \cdot 2 + 16 \cdot 0,8 + 4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,5 + 2,5} =$
 $2,85 \text{ l/s} \rightarrow$ DN/OD 110

$Q_{TOT} = 2,85 + 0 + 0 = 2,85 \text{ l/s}$

Svodné potrubí bude provedeno z PVC KG.

Celkový průtok splaškových vod do splaškové kanalizace činí 2,85 l/s.

2.2.3.2 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ DEŠŤOVÉ KANALIZACE

ČSN EN 12056- 3 – Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy – Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech – Navrhování a výpočet

ČSN 75 6261 Dešťová kanalizace

Průtok srážkových vod odpadního potrubí

$$Q_r = i \cdot A \cdot C \text{ [l/s]}$$

i – intenzita deště [$\text{l}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$]

C – součinitel odtoku dešťových vod [-]

A – půdorysný průmět odvodňované plochy [m^2]

Plochá střecha (sklon < 5%) s nepropustnou horní vrstvou; $C = 1,0$ $i = 0,03 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$

PLOCHA STŘECHY = $133,92 \text{ m}^2$ (2 dešťová odpadní potrubí)

$$Q_{37} = i \cdot A \cdot C = (0,03 \cdot 133,92 \cdot 1)/2 = 2,01 \text{ l/s} \rightarrow Q_{\max} = 3,0 \rightarrow \text{DN/OD 110}$$

$$Q_{38} = i \cdot A \cdot C = (0,03 \cdot 133,92 \cdot 1)/2 = 2,01 \text{ l/s} \rightarrow Q_{\max} = 3,0 \rightarrow \text{DN/OD 110}$$

Lapač střešních splavenin HL 600 – průtok $6 - 6,7 \text{ l/s} > 2,01 \text{ l/s}$ vyhoví.

Průtok srážkových vod svodného potrubí

$$Q_{38} = 2,01 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 110, SKLON 3\%} \rightarrow \text{DN/OD 110}$$

$$Q_{39} = 2,01 + 2,01 = 4,02 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 110, SKLON 3\%} \rightarrow \text{DN/OD 110}$$

2.2.3.3 DIMENZOVÁNÍ RETENČNÍ NÁDRŽE

Podle ČSN 75 6760. Stanovení retenčního objemu retenční srážkové nádrže:

$$V_r = 0,001 \cdot w \cdot h_d \cdot (A_{\text{red}} + A_r) - 0,001 \cdot Q_o \cdot t_c \cdot 60 \text{ [m}^3\text{]}$$

w – součinitel stoletých srážek podle tabulky 13

h_d – návrhový úhrn srážky [mm] podle tabulky 14 nebo přesnějších hydrologických údajů pro stanovenou periodicitu p a dobu trvání srážky t_c

A_{red} – redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [m^2]

A_r – plocha hladiny retenční dešťové nádrže [m^2] (uvažuje se jen u povrchových retenčních dešťových nádrží); $A_r = 0$

Q_o – regulovaný odtok srážkových vod z retenční dešťové nádrže [l/s]

t_c – doba trvání srážky [min] stanovené návrhové periodicity p viz tabulka 14.

$$A_{\text{red}} = \Sigma A \cdot C$$

A – je půdorysný průmět odvodňované plochy [m^2]; $A = 147,41 \text{ m}^2$

C – součinitel odtoku srážkových vod podle tabulky; $C = 1$

$$A_{\text{red}} = (147,41 \cdot 1) = 147,41 \text{ m}^2$$

$$Q_o = A \cdot Q_{st}/10000$$

Q_{st} – je stanovený odtok srážkových vod z celé nemovitosti [l/(s.ha)], který stanoví provozovatel kanalizace pro veřejnou potřebu; $Q_{st} = 3$ l/(s.ha)

A – půdorysný průmět odvodňované plochy celé nemovitosti [m^2]; $A = 384,23$ m^2

$$Q_o = 384,23 \cdot 3/10000$$

$$Q_o = 0,12 \text{ l/s} \Rightarrow 0,5 \text{ l/s}$$

$$V_r = 0,001 \cdot w \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_r) - 0,001 \cdot Q_o \cdot t_c \cdot 60 \text{ [m}^3\text{]}$$

Doba trvání srážky t_c [min]	Návrhový úhrn srážky h_d [mm]	Výpočet retenčního objemu retenční srážkové nádrže V_r $V_r = 0,001 \cdot w \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_r) - 0,001 \cdot Q_o \cdot t_c \cdot 60$	V_r [m^3]
5	12	$0,001 \cdot 1,0 \cdot 12 \cdot (147,41 + 0) - 0,001 \cdot 0,5 \cdot 5 \cdot 60$	1,619
10	18	$0,001 \cdot 1,0 \cdot 18 \cdot (147,41 + 0) - 0,001 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 60$	2,353
15	21	$0,001 \cdot 1,0 \cdot 21 \cdot (147,41 + 0) - 0,001 \cdot 0,5 \cdot 15 \cdot 60$	2,646
20	23	$0,001 \cdot 1,0 \cdot 23 \cdot (147,41 + 0) - 0,001 \cdot 0,5 \cdot 20 \cdot 60$	2,790
30	25	$0,001 \cdot 1,0 \cdot 25 \cdot (147,41 + 0) - 0,001 \cdot 0,5 \cdot 30 \cdot 60$	2,785
40	27	$0,001 \cdot 1,0 \cdot 27 \cdot (147,41 + 0) - 0,001 \cdot 0,5 \cdot 40 \cdot 60$	2,780
60	29	$0,001 \cdot 1,0 \cdot 29 \cdot (147,41 + 0) - 0,001 \cdot 0,5 \cdot 60 \cdot 60$	2,475
120	35	$0,001 \cdot 1,0 \cdot 35 \cdot (147,41 + 0) - 0,001 \cdot 0,5 \cdot 120 \cdot 60$	1,559
240	39	$0,001 \cdot 1,0 \cdot 39 \cdot (147,41 + 0) - 0,001 \cdot 0,5 \cdot 240 \cdot 60$	-1,451

Navrhuji betonovou retenční nádrž o objemu 3,2 m^3 . Rozměry nádrže jsou 1900 x 1650 x 1500 mm a poklopu 600 x 600 mm. Odtok srážkových vod je na výtoku z retenční nádrže regulován a nádrž je opatřena bezpečnostním přelivem vyústěným na povrch. Regulovaný odtok srážkových vod z retenční dešťové nádrže do kanalizace činí 0,5 l/s.

Tabulka 13, návrhová periodičita srážek pro dimenzování retenčních nádrží [46]

Riziko při přeplnění retenční srážkové nádrže	Návrhová periodičita srážek p [rok-1]	Součinitel stoletých srážek w
<p>Při přetečení retenční dešťové nádrže umístěné vně budovy je možný odtok srážkové vody z retenční dešťové nádrže po povrchu terénu nebo přepadovým potrubím mimo budovy nebo podzemní dopravní zařízení.</p> <p>Při zpětném vzduť v dešťové kanalizaci, která je zaústěna do retenční dešťové nádrže, je možný odtok srážkové vody z dešťové kanalizace po povrchu terénu mimo budovy nebo podzemní dopravní zařízení.</p> <p>Prostory odvodněné do dešťové kanalizace nacházející se pod hladinou zpětného vzduť jsou proti vniknutí vzduť vody z dešťové kanalizace chráněny technickým opatřením podle ČSN EN 12056-4 a ČSN 75 6760.</p>	0,2	1,00

Tabulka 14, návrhové úhrny srážek v ČR [45]

Nadmořská výška m n. m.	Periodicita srážek p rok ⁻¹	Doba trvání srážek t _c [min]												
		5	10	15	20	30	40	60	120	240	360	480	600	720
		Návrhové úhrny srážek												
		H _d [mm]												
Do 650	0,2	12	18	21	23	25	27	29	35	39	44	49	50	51
	0,1	14	21	24	27	30	32	35	42	46	54	56	58	59
Nad 650	0,2	11	15	17	20	23	26	30	40	49	58	67	76	85
	0,1	12	17	20	22	26	30	35	46	56	67	77	87	98

2.2.3.4 DIMENZOVÁNÍ ČISTÍRNY ŠEDÉ VODY

Stanovení produkce šedé vody

$$Q_{prod} = \sum_{i=1}^m q_{prod,i} \cdot n_{mj,i}$$

q_{prod} – produkce šedé vody na měrnou jednotku a den, v [l/den], viz tabulka 1

n_{mj} – počet měrných jednotek stejného druhu

m – počet druhů měrných jednotek

$$Q_{prod} = 14 \cdot 31 + 14 \cdot 15 = 644 \text{ l/den}$$

Stanovení potřeby bílé vody

$$Q_d = Q_{wc} + Q_{tech} + Q_{zal}$$

Q_{wc} – specifická potřeba vody pro splachování záchodových mís a pisoárů, v [l/(osoba · den)]

Q_{tech} – denní potřeba vody pro technologické procesy, v [l/den]

Q_{zal} – potřeba vody pro zalévání nebo kropení, v [l/(m² · den)]

$$Q_d = 672 + 16 + 0 = 688 \text{ l/den}$$

$$Q_{wc} = q_o \cdot p \cdot n$$

$q_{o, pis}$ – splachovací objem, v [l] podle navržených splachovačů nebo orientačně podle tabulky 4

p – počet použití jednou osobou během dne, podle tabulky 3

n – počet měrných jednotek [počet osob, obyvatel, lůžek]

$$Q_{wc} = 9 \cdot 6 \cdot 14 = 672 \text{ l/den}$$

$$Q_{úklid} = q_{úklid} \cdot A_{úklid}$$

$$Q_{úklid} = 0,3 \cdot 53,3 = 16 \text{ l/den}$$

Roční potřeba provozní vody Q_r , v [l/rok], se stanoví podle vztahu:

$$Q_r = Q_d \cdot d + Q_{zal} \cdot A_{zal}$$

Q_d – denní potřeba provozní vody pro využití v budově, v [l/den], avšak bez zalévání a kropení

d – počet dnů v roce, kdy se provozní voda využívá (v bytech 365 dní, v ostatních budovách například v pracovních dnech apod.)

Q_{zal} – roční potřeba provozní vody pro zalévání nebo kropení, v [l/(m² · rok)], viz tabulka 6

$$Q_r = 688 \cdot 365 = 251\,120 \text{ l/rok}$$

Posouzení využití šedé vody

Využití šedé vody je efektivní, pokud platí vztah:

$$Q_{\text{prod}} > Q_{24}$$

Q_{prod} – denní objem vyprodukované šedé vody, v [l/den]

Q_{24} – denní potřeba provozní vody, v [l/den]

$$644 < 688 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE}$$

Systém bude nutno doplňovat pitnou vodou v objemu 44 l/den.

Výpočet spotřeby vzduchu pro biologické čištění

Vstupní hodnoty

Střední hodnota zatížení vody - $BSK_5 = 188 \text{ mg/l}$; $NH_4 = 30 \text{ mg/l}$

Obsah kyslíku ve vzduchu - c_{O_2} v $0,29739 \text{ kg } O_2/\text{m}^3$

Spotřeba kyslíku - O_2 $1,2 \text{ kg } O_2/\text{kg } BSK_5$

Denní nátok šedé vody - $Q_{\text{prod}} 644 \text{ l/d}$

$$GW_{\text{přítok}} = BSK_5 + NH_4 \text{ [mg } BSK_5/\text{l]}$$

$$GW_{\text{přítok}} = 188 + 30 = 218 \text{ mg } BSK_5/\text{l}$$

$$BSK_{5,D} = Q_{\text{prod}} \cdot GW_{\text{přítok}} \text{ [kg } BSK_5/\text{d]}$$

$$BSK_{5,D} = 644 \cdot 218 \cdot 10^{-6} = 0,140 \text{ kg } BSK_5/\text{d}$$

$$BSK_{5,\text{min}} = BSK_{5,D} / 1440 \text{ [mg } BSK_5/\text{min]}$$

$$BSK_{5,\text{min}} = 0,140 \cdot 10^6 / 1440 = 97,22 \text{ mg } BSK_5/\text{min}$$

$$V_{O_2,\text{min}} = BSK_{5,\text{min}} \cdot O_2 \text{ [mg } O_2/\text{min]}$$

$$V_{O_2,\text{min}} = 97,22 \cdot 1,2 = 116,67 \text{ mg } O_2/\text{min}$$

$$V_{\text{vzduch}_{\text{min}}} = V_{O_2,\text{min}} \cdot 10^2 / c_{O_2} \cdot 10^3 \text{ [l}_{\text{vzduch}}/\text{min}]$$

$$V_{\text{vzduch}_{\text{min}}} = 116,67 \cdot 10^2 / 0,29739 \cdot 10^3 = 392,4 \text{ l}_{\text{vzduch}}/\text{min}$$

$$V_{\text{vzduch}_{\text{den}}} = V_{\text{vzduch}_{\text{min}}} \cdot 1440 \cdot 10^{-3} \text{ [m}^3/\text{d]}$$

$$V_{\text{vzduch}_{\text{den}}} = 392,4 \cdot 1440 \cdot 10^{-3} = 564,8 \text{ m}^3/\text{d}$$

Objem nosiče biomasy

Vstupní hodnoty

Povrchové zatížení nosiče – SLC = $0,004 \text{ kg. } BSK_5/\text{m}^2 \cdot \text{d}$

Specifický povrch nosiče biomasy - SSC = $320 \text{ m}^2/\text{m}^3$

Požadovaná plocha nosiče biomasy

$$A_{\text{biom}} = \text{BSK}_{5,D} / \text{SLC} [\text{m}^2]$$

$$A_{\text{biom}} = 0,140 / 0,004 = 35 \text{ m}^2$$

Objem náplně nosiče biomasy

$$V_{\text{biom}} = A_{\text{biom}} \cdot 1000 / \text{SSC} [\text{l}]$$

$$V_{\text{biom}} = 35 \cdot 1000 / 320 = 109,38 \text{ l}$$

Dimenzování dmyhadla

Vzduch je do čistírny dodáván dmyhadlem, které plní několik zásadních funkcí:

- Čištění vláknových membrán od usazenin. (požadované množství dodávaného vzduchu na jednu membránu je 15 l/min)
- Čištění nosiče biomasy vířením v nádrži ((požadované množství dodávaného vzduchu na jeden litr náplně je 0,5 l/min)
- Dodávka vzduchu pro biologické procesy (viz. potřeba vzduchu pro biologické čištění)

Dimenzování dmyhadla

Vzduch je do čistírny dodáván dmyhadlem, které plní několik zásadních funkcí:

- Čištění vláknových membrán od usazenin. (požadované množství dodávaného vzduchu na jednu membránu je 15 l/min)
- Čištění nosiče biomasy vířením v nádrži ((požadované množství dodávaného vzduchu na jeden litr náplně je 0,5 l/min)
- Dodávka vzduchu pro biologické procesy (viz. potřeba vzduchu pro biologické čištění)

Vstupní hodnoty

Požadovaná potřeba vzduchu pro biologické procesy - $V_{\text{vzduch}_{\text{min}}}$ [l/min]

Počet membrán - n , v [ks]

Objem náplně bioreaktoru - V_{biom} , v [l]

$$Q_{\text{vzduch}} = V_{\text{vzduch}_{\text{min}}} \cdot 60 \cdot 24 + n \cdot 15 + V_{\text{biom}} \cdot 0,5 [\text{l/min}]$$

$$Q_{\text{vzduch}} = 56 + 3 \cdot 15 + 109,4 \cdot 0,5 = 156 \text{ l/min}$$

Návrh pracovního cyklu dmyhadla:

10 min provzdušňování, 10 min bez provzdušňování

$$30 \text{ min/h} \cdot 24 \text{ h} = 12 \text{ h/den} = 720 \text{ min/den}$$

$$720 \cdot 156 = 112\,320 \text{ l/den} = 112,32 \text{ m}^3/\text{den} > 80,64 \text{ m}^3/\text{den}$$

Výpočet plochy membrán

- Předpokládaný denní průtok: 700 l/den
- Filtrační doba: 4 h/den
- Podtlak od sacího čerpadla: 0,2 bar
- Specifický průtok membránou: 50l/m².h.bar
- Hodinový průtok membránou = 700 / 4 = 175 l/h
- Potřebná minimální plocha filtrace: 175 / 50 / 0,2 = 17,5 m²

Výpočet objemu bioreaktoru a nádrže na čistou vodu:

Výpočet denní produkce šedé vody závisí na typu budovy, možnosti připojení sprch, van, praček atd. a očekávaném počtu uživatelů budovy.

Celková denní produkce je součtem jednotlivých produkcí od jednotlivých zdrojů šedé vody.

$$Q_{24} = Q_{wc} + Q_{tech} + Q_{zal} \text{ [l/den]}$$

$$Q_{24} = 650 \text{ l/den} \rightarrow \text{objem bioreaktoru a nádrže je minimálně 650l}$$

Navrhují čistírnu odpadních vod Asio AS-GW/AQUALOOP

2.2.4 VODOVOD

Návrh je proveden dle ČSN 75 5455 – Výpočet vnitřních vodovodů.

Hydraulické posouzení nejnepříznivěji položené výtokové armatury.

$$P_{\text{dis}} \geq P_{\text{minFI}} + \Delta p_e + \Delta p_{\text{WM}} + \Delta p_{\text{Ap}} + \Delta p_{\text{RF}}$$

P_{dis} – dispoziční přetlak daný provozovatelem sítě; $P_{\text{dis}} = 550$ kPa

P_{minFI} – min. požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury; $P_{\text{minFI}} = 100$ kPa

Δp_e – výšková tlaková ztráta; $\Delta p_e = 129,5$ kPa

Δp_{WM} – tlakové ztráty vodoměrů; $\Delta p_{\text{WM}} = 11 + 18 = 29$ kPa

Δp_{Ap} – tlakové ztráty napojených zařízení; $\Delta p_{\text{Ap}} = 0$ kPa

Δp_{RF} – tlakové ztráty v potrubí třením a místními odpory; $\Delta p_{\text{RF}} = 157,44$ kPa

$$550 \geq 100 + 129,5 + 29 + 0 + 157,44$$

$$550 \geq 416,94 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

2.2.4.1 NÁVRH VODOMĚRŮ

Návrh domovního vodoměru

Domovní mokroběžný vodoměr Sensus Metering Systém 420 $Q_N = 6$ m³/h

$$Q_{\text{min}} = 30 \text{ l/h}$$

$$Q_{\text{max}} = 12 \text{ m}^3/\text{h}$$

Posouzení na minimální průtok:

$$Q_{\text{min}} \leq Q_D$$

$$Q_D = 0,1 \text{ l/s} = 360 \text{ l/h (nádržka WC)}$$

$$30 \text{ l/h} < 360 \text{ l/h} - \text{vyhovuje}$$

Posouzení na maximální průtok:

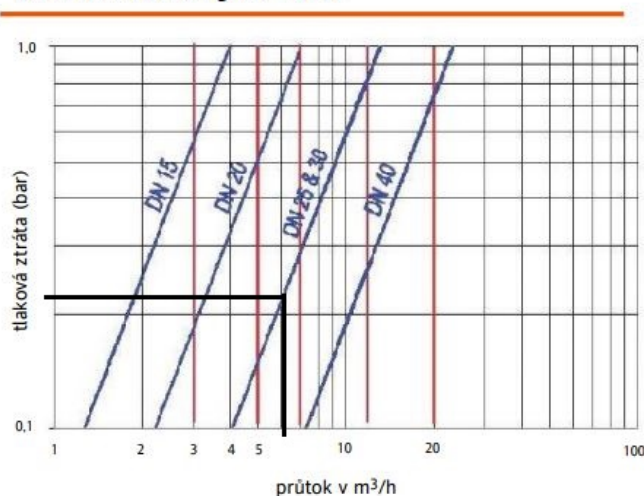
$$1,15 \cdot Q_D < Q_{\text{max}}$$

$$Q_D = 1,26 \text{ l/s} = 4,54 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$1,15 \cdot 4,54 = 5,22 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$5,22 \text{ m}^3/\text{h} < 12 \text{ m}^3/\text{h} - \text{vyhovuje}$$

Křivka tlakových ztát



Obrázek 8, tlaková ztráta domovního vodoměru

Určení tlakových ztrát domovního vodoměru [kPa]

Průtok: 5,22 m³/h

Tlaková ztráta: 0,18 bar = 18 kPa

Na výpočtový průtok vychází DN 25

Návrh bytových vodoměrů

Bytový suchoběžný vodoměr Enbra/Wehrle Modularis DN 20 $Q_N = 4 \text{ m}^3/\text{h}$

$$Q_{\min} = 15 \text{ l/h}$$

$$Q_{\max} = 5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Posouzení na minimální průtok:

$$Q_{\min} = Q_D$$

$$Q_D = 0,2 \text{ l/s} = 720 \text{ l/h}$$

$15 \text{ l/h} < 720 \text{ l/h}$ – vyhovuje

Posouzení na maximální průtok:

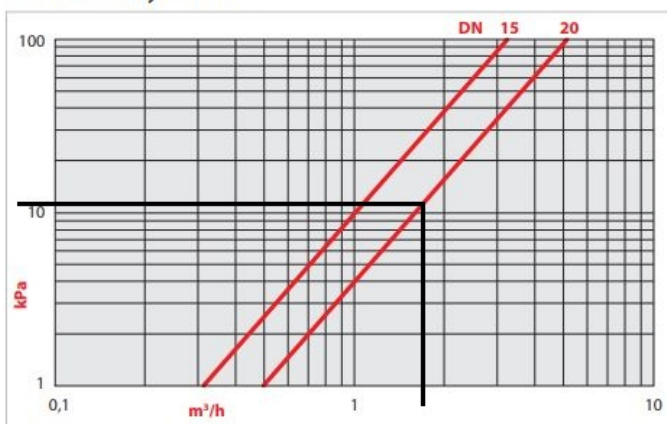
$$1,15 \cdot Q_D < Q_{\max}$$

$$Q_D = 0,41 \text{ l/s} = 1,48 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$1,15 \cdot 1,48 = 5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$1,7 \text{ m}^3/\text{h} < 5 \text{ m}^3/\text{h}$ – vyhovuje

Křivka tlakových ztrát



Obrázek 9, tlaková ztráta bytového vodoměru

Určení tlakových ztrát domovního vodoměru [kPa]

Průtok: $1,7 \text{ m}^3/\text{h}$

Tlaková ztráta: 11 kPa

Na výpočtový průtok by vyhověl i vodoměr menší dimenze, ale rozhodl jsem se použít vodoměr vyšší dimenze, konkrétně DN 20, kvůli snížení tlakových ztrát v rozvodu vodovodu.

$$\Delta p_e = \frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000}$$

$$\Delta p_e = \frac{13,801 \cdot 1000 \cdot 9,81}{1000} = 129,5 \text{ kPa}$$

H – rozdíl výškových úrovní [m]; $h = 13,801 \text{ m}$

ρ – hustota vody [kg/m^3]; $\rho = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$

g – tíhové zrychlení [m/s^2]; $g = 9,81 \text{ m}/\text{s}^2$

2.2.4.2 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ VNITŘNÍHO VODOVODU

PODLE ČSN 75 5455

Výpočtový průtok v přívodním potrubí [l/s] pro bytový dům

$$Q_D = \sqrt{\sum_{i=1}^m (Q_{Ai}^2 \cdot n_i)}$$

Q_a – jmenovitý výtok jednotlivými druhy výtokových armatur a zařízení [l/s]

n – počet výtokových armatur stejného druhu

m – počet druhů výtokových armatur

[illegible]

60

ÚSEK POTRUBÍ		JMENOVITÝ VÝTOK Qa l/s														ds x s (mm)	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	I x R kPa/m	Σl	Δpf kPa	I x R + Δps kPa	
		WC		DŘEZ		UMYVADLO		UMYVÁTKO		VANA		PRAČKA		MYČKA										
		0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2											
OD	DO	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	Qd l/s									
22	23	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0.20	20 x 2.3	1.07	1.36	1.12	1.52	8.5	4.90	6.42
																							6.42	
ÚSEK POTRUBÍ		JMENOVITÝ VÝTOK Qa l/s														ds x s (mm)	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	I x R kPa/m	Σl	Δpf kPa	I x R + Δps kPa	
		WC		DŘEZ		UMYVADLO		UMYVÁTKO		VANA		PRAČKA		MYČKA										
		0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2											
OD	DO	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	Qd l/s									
25	26	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.42	25 x 2.8	1.44	7.26	1.39	10.09	9.2	9.48	19.56
																							19.56	
ÚSEK POTRUBÍ		JMENOVITÝ VÝTOK Qa l/s														ds x s (mm)	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	I x R kPa/m	Σl	Δpf kPa	I x R + Δps kPa	
		WC		DŘEZ		UMYVADLO		UMYVÁTKO		VANA		PRAČKA		MYČKA										
		0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2											
OD	DO	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	PŘIBÝVÁ CELKEM	Qd l/s									
42	44	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.10	20 x 2.3	0.54	3.5	0.33	1.16	18	2.59	3.76
44	46	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.14	20 x 2.3	0.76	2.9	0.61	1.76	0.5	0.14	1.91
46	48	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.17	20 x 2.3	0.93	2.9	0.87	2.52	0.5	0.22	2.73
48	49	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.20	20 x 2.3	1.07	1.04	1.12	1.16	6.5	3.75	4.91
49	51	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.36	20 x 2.3	1.94	7.83	3.13	24.51	11	19.67	44.18
51	25	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.47	25 x 2.8	1.59	0.27	1.66	0.45	3	3.78	57.48

teplá voda

TEPLÁ VODA																									
ÚSEK POTRUBÍ		JMENOVITÝ VÝTOK Qa l/s																							
		WC 0.1	PŘÍBVÁ CELKEM	DŘEZ 0.2	UMYVADLO 0.1	PŘÍBVÁ CELKEM	UMYVÁTKO 0.2	PŘÍBVÁ CELKEM	VANA 0.4	PRAČKA 0.2	MYČKA 0.2	VÝLEVKA 0.3		Qd l/s	ds x s (mm)	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	I x R kPa/m	Σ I	Δps kPa	IxR + Δps kPa			
3	4	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.20	20 x 2.8	1.23	0.29	1.24	0.36	5.5	4.15	4.51	
4	5	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.22	20 x 2.8	1.37	0.95	1.86	1.77	3.5	3.30	5.07	
5	12	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0.46	25 x 3.5	1.80	3.64	2.27	8.25	5.7	9.24	17.49	
12	18	0	0	0	0	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0.65	32 x 4.4	1.53	2.9	1.25	3.61	0.5	0.59	4.20	
18	24	0	0	0	1	3	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0.79	32 x 4.4	1.88	2.9	1.78	5.15	1	1.76	6.91	
24	39	0	0	0	1	4	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0.92	40 x 5.5	1.39	14.5	0.79	11.51	6.1	5.87	17.38	
39	36	0	0	1	1	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0.94	40 x 5.5	1.42	1.21	0.82	12.50	3	3.03	15.53	
36	35	0	0	3	4	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	1.00	40 x 5.5	1.51	2.84	0.92	1.20	9.8	11.23	12.43	
																	83.52								
ÚSEK POTRUBÍ		JMENOVITÝ VÝTOK Qa l/s																							
		WC 0.1	PŘÍBVÁ CELKEM	DŘEZ 0.2	UMYVADLO 0.1	PŘÍBVÁ CELKEM	UMYVÁTKO 0.2	PŘÍBVÁ CELKEM	VANA 0.4	PRAČKA 0.2	MYČKA 0.2	VÝLEVKA 0.3		Qd l/s	ds x s (mm)	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	I x R kPa/m	Σ I	Δps kPa	IxR + Δps kPa			
28	31	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.20	20 x 2.8	1.23	5.25	1.53	8.05	16	11.69	19.74	
31	34	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.28	20 x 2.8	1.74	2.9	2.81	8.16	1	1.51	9.66	
34	36	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35	25 x 3.5	1.36	1.69	1.39	2.35	3.5	3.24	5.59	
																	34.99								
ÚSEK POTRUBÍ		JMENOVITÝ VÝTOK Qa l/s																							
		WC 0.1	PŘÍBVÁ CELKEM	DŘEZ 0.2	UMYVADLO 0.1	PŘÍBVÁ CELKEM	UMYVÁTKO 0.2	PŘÍBVÁ CELKEM	VANA 0.4	PRAČKA 0.2	MYČKA 0.2	VÝLEVKA 0.3		Qd l/s	ds x s (mm)	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	I x R kPa/m	Σ I	Δps kPa	IxR + Δps kPa			
37	39	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.20	20 x 2.8	1.23	2.59	1.53	3.97	13	9.43	13.40	
																	13.40								
ÚSEK POTRUBÍ		JMENOVITÝ VÝTOK Qa l/s																							
		WC 0.1	PŘÍBVÁ CELKEM	DŘEZ 0.2	UMYVADLO 0.1	PŘÍBVÁ CELKEM	UMYVÁTKO 0.2	PŘÍBVÁ CELKEM	VANA 0.4	PRAČKA 0.2	MYČKA 0.2	VÝLEVKA 0.3		Qd l/s	ds x s (mm)	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	I x R kPa/m	Σ I	Δps kPa	IxR + Δps kPa			
30	31	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.20	20 x 2.8	1.23	2.35	1.53	3.60	14	10.56	14.16	
																	14.16								
ÚSEK POTRUBÍ		JMENOVITÝ VÝTOK Qa l/s																							
		WC 0.1	PŘÍBVÁ CELKEM	DŘEZ 0.2	UMYVADLO 0.1	PŘÍBVÁ CELKEM	UMYVÁTKO 0.2	PŘÍBVÁ CELKEM	VANA 0.4	PRAČKA 0.2	MYČKA 0.2	VÝLEVKA 0.3		Qd l/s	ds x s (mm)	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	I x R kPa/m	Σ I	Δps kPa	IxR + Δps kPa			
33	34	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.20	20 x 2.8	1.23	2.35	1.53	3.60	15	10.93	14.54	
																	14.54								
ÚSEK POTRUBÍ		JMENOVITÝ VÝTOK Qa l/s																							
		WC 0.1	PŘÍBVÁ CELKEM	DŘEZ 0.2	UMYVADLO 0.1	PŘÍBVÁ CELKEM	UMYVÁTKO 0.2	PŘÍBVÁ CELKEM	VANA 0.4	PRAČKA 0.2	MYČKA 0.2	VÝLEVKA 0.3		Qd l/s	ds x s (mm)	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	I x R kPa/m	Σ I	Δps kPa	IxR + Δps kPa			
9	10	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.20	20 x 2.8	1.23	0.29	1.53	0.44	5.5	4.15	4.59	
10	11	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.22	20 x 2.8	1.37	0.95	1.86	1.77	3.5	3.30	5.07	
11	12	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.46	25 x 3.5	1.80	0.73	2.27	1.65	4.7	7.62	18.94	

cirkulace teplé vody

tepelné ztráty přívodního potrubí

Tabulka 15, tepelné ztráty přívodního potrubí teplé vody

Úsek potrubí		Tl. izolace [mm]	Vnější průměr [mm]	q_t [W/m]	L [m]	q [W]
od	do					
35	36	20	40	11,7	2,84	33,23
36	39	20	40	8,8	1,21	10,65
39	24	20	40	16,1	14,5	233,45
24	18	20	32	7,6	2,9	22,04
18	12	20	32	7,6	2,9	22,04
12	6	20	25	6,6	2,7	17,82
36	34	20	25	7,6	1,69	12,84
34	31	20	20	6,6	2,9	19,14
31	28	20	20	6,6	2,7	17,82
$Q_c = \sum q$ [W]						389,03

Výpočtový průtok cirkulace

$$Q_c = \frac{q_c}{4122 \cdot \Delta t}$$

q_c ... tepelná ztráta celého přívodního potrubí [W]

Δt ... rozdíl teplot mezi výstupem přívodního potrubí z ohřívače teplé vody a jeho spojením s cirkulačním potrubím; $\Delta t = 2$ K

$$Q = \frac{q}{4122 \cdot \Delta t} = \frac{389,03}{4122 \cdot 2} = 0,047 \text{ l/s}$$

Výpočet dimenzí cirkulační vody

ÚSEK		ds x s (mm)	Tl. izolace (mm)	tepelná ztráta (W)	Qd l/s	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	l . R kPa/m	$\sum \zeta$	Δps kPa	lxR + Δps kPa
OD	DO											
35	36	40 x 5,5	20	29,4	0,05	0,07	2,84	0,01	0,03	9,8	0,02	0,05
36	39	40 x 5,5	20	134,75	0,04	0,06	1,21	0,01	0,01	3	0,01	0,02
39	24	40 x 5,5	20	12,06	0,04	0,06	14,54	0,01	0,15	6,1	0,01	0,16
24	18	34 x 4,4	20	18,09	0,04	0,08	2,9	0,01	0,03	1	0,00	0,03
18	12	34 x 4,4	20	18,09	0,04	0,08	2,9	0,01	0,02	0,5	0,00	0,02
12	C1	25 x 3,5	20	18,36	0,04	0,16	2,7	0,03	0,09	2,5	0,03	0,12
C1	C2	20 x 2,8	20	x	0,04	0,25	24,29	0,10	2,33	18	0,57	2,90
C2	35	20 x 2,8	20	x	0,05	0,29	3,58	0,12	0,44	32,9	1,37	1,81
												5,11

ÚSEK		ds x s (mm)	Tl. izolace (mm)	tepelná ztráta (W)	Qd l/s	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	l . R kPa/m	$\sum \zeta$	Δps kPa	lxR + Δps kPa
OD	DO											
35	36	40 x 5,5	20	29,4	0,05	0,07	2,84	0,01	0,03	9,8	0,02	0,05
36	34	25 x 3,5	20	12,84	0,01	0,02	1,69	0,01	0,02	3,5	0,00	0,02
34	31	20 x 2,8	20	19,14	0,01	0,04	2,9	0,01	0,03	1	0,00	0,03
31	C3	20 x 2,8	20	17,82	0,01	0,04	2,7	0,01	0,03	1,5	0,00	0,03
C3	C2	20 x 2,8	20	x	0,01	0,04	7,63	0,01	0,08	6	0,00	0,08
C2	35	20 x 2,8	20	x	0,05	0,29	3,58	0,12	0,44	32,9	1,37	1,81
												2,01

Dimenzování potrubí cirkulační vody – rozvětvení průtoků **U čerpadla**

$$Q = \frac{q}{4122 \cdot \Delta t} = \frac{389,03}{4122 \cdot 2} = 0,047 \text{ l/s}$$

Bod C2

$$q_a = 339,23 \text{ W}$$

$$q_b = 49,8 \text{ W}$$

$$Q_a = \frac{Q + q_a}{q_a + q_b} = \frac{0,047 + 339,23}{339,37 + ,8} = 0,041 \text{ l/s}$$

$$Q_b = Q - Q_a = 0,047 - 0,041 = 0,006 \text{ l/s}$$

Dimenzování potrubí cirkulační vody – návrh čerpadla

Stanovení dopravní výšky čerpadla [m]

$$H = 0,1033 \cdot \Delta p_{RF}$$

$$H = 0,1033 \cdot 5,11 = 0,528 \text{ m}$$

Vypočítaný průtok [m³/h]

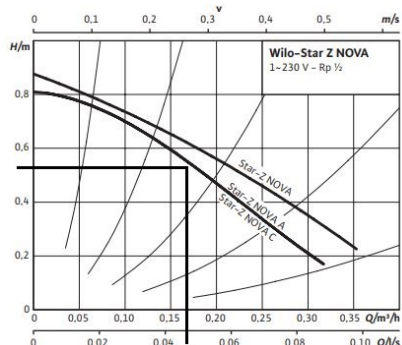
$$Q_c = 0,047 \text{ l/s} = 0,169 \text{ m}^3/\text{h}$$

Δp_{RF} ... tlaková ztráta v potrubí třením a místními odpory



Obrázek 10, cirkulační čerpadlo
Wilo STAR-Z NOVA

Charakteristika čerpadla



Obrázek 11, charakteristika cirkulačního čerpadla

Volím čerpadlo Wilo STAR-Z NOVA

Dimenzování potrubí cirkulační vody – návrh regulačního ventilu

Tlaková ztráta nejdelšího cirkulačního okruhu (C1 – C2): **5,11 kPa**

Tlaková ztráta cirkulačního okruhu C3 – C2: **2,01 kPa**

Průtok v cirkulačním okruhu: 0,01 l/s = **36 l/h**

Potřebná tlaková ztráta na ventilu okruhu C3 – C2: 5,11 – 2,01 = **3,1 kPa**

2.2.4.3 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ POŽÁRNÍHO VODOVODU DLE ČSN 75 5455

Výpočtový průtok v potrubí požárního vodovodu se stanovuje dle ČSN 73 0873. U jednoho hadicového systému s hadicí o jmenovité světlosti 19 mm s průměrem hubice 7 mm se uvažuje průtok 0,52 l/s.

Požární potrubí

ÚSEK POTRUBÍ		JMENOVITÝ VÝTOK		Qd l/s	DN (mm)	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	l . R kPa/m	Σζ	Δps kPa	L . R + Δps kPa
		HYDRANT										
		0,52										
OD	DO	PŘIBÝVÁ	CELKEM									
P1	P2	1	1	0,52	25	1,06	6,05	0,59	3,59	3,1	1,74	5,33
P2	P3	1	2	1,04	32	1,29	7,44	0,62	4,6	23,1	19,31	23,92
												29,25

$$\Delta p_e = \frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000}$$

$$\Delta p_e = \frac{10,7 \cdot 1000 \cdot 9,81}{1000} = 104,97 \text{ kPa}$$

H – rozdíl výškových úrovní[m]; h = 10,7 m

ρ – hustota vody [kg/m³]; ρ = 1000 kg/m³

g – tíhové zrychlení [m/s²]; g = 9,81 m/s²

Domovní mokroběžný vodoměr Sensus Metering Systém 420 Q_N = 6 m³/h

Posouzení na maximální průtok:

$$1,15 \cdot Q_D < Q_{\max}$$

$$Q_D = 1,04 \text{ l/s} = 3,744 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$1,15 \cdot 3,744 = 4,31 \text{ m}^3/\text{h}$$

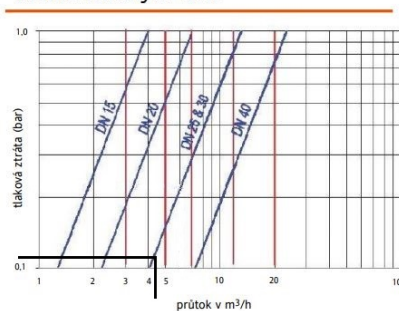
$$4,31 \text{ m}^3/\text{h} < 12 \text{ m}^3/\text{h} - \text{vyhovuje}$$

Určení tlakových ztrát domovního vodoměru [kPa]

Průtok: 4,31 m³/h

Tlaková ztráta: 0,12 bar = 12 kPa

Křivka tlakových ztrát



Obrázek 12, tlaková ztráta bytového vodoměru, požární voda

Hydraulické posouzení

$$p_{\text{dis}} \geq p_{\text{minFI}} + \Delta p_e + \Delta p_{\text{WM}} + \Delta p_{\text{Ap}} + \Delta p_{\text{RF}}$$

P_{dis} – dispoziční přetlak daný provozovatelem sítě; P_{dis} = 550 kPa

P_{minFI} – min. požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury; P_{minFI} = 200 kPa

Δp_e – výšková tlaková ztráta; Δp_e = 104,97 kPa

Δp_{WM} – tlakové ztráty vodoměrů; Δp_{WM} = 12 kPa

Δp_{Ap} – tlakové ztráty napojených zařízení; Δp_{Ap} = 0 kPa

Δp_{RF} – tlakové ztráty v potrubí třením a místními odpory; Δp_{RF} = 29,25 kPa

$$550 \geq 200 + 104,97 + 12 + 0 + 29,25$$

$$550 \geq 346,22 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

2.2.4.4 VÝPOČET A KOMPENZACE TEPELNÉ ROZTAŽNOSTI POTRUBÍ VNITŘNÍHO VODOVODU

Prodloužení nebo zkrácení plastové trubky z PP vlivem změn teploty dle ČSN EN 806 – 4

Výpočet změny délky trubky

$$\Delta l = \Delta t \cdot \alpha \cdot L \text{ [mm]}$$

Δt – rozdíl teplot potrubí při montáži a provozu nebo rozdíl teplot studené a teplé vody [K]

α – součinitel tepelné roztažnosti [mm/(mK)]; plast - 0,05 mm/(mK); pozink – 0,0116 mm/(mK)

L – délka trubky [m]

Výpočet délky ohybového ramene

$$L_B = C \cdot \sqrt{(d_a \times \Delta L)}$$

C – materiálová konstanta; C = 30

d_a – vnější průměr trubky [mm]

ΔL – změna délky trubky [mm]

$$\text{PB 1 } \Delta L = \Delta t \cdot \alpha \cdot L = 30 \cdot 0,05 \cdot 5,3 = 7,95 \text{ mm}$$

$$L_B = C \cdot \sqrt{(d_a \cdot \Delta L)} = 30 \cdot \sqrt{40 \cdot 7,95} = 534,97 \text{ mm}$$

$$\text{PB 2 } \Delta L = \Delta t \cdot \alpha \cdot L = 30 \cdot 0,05 \cdot 2,14 = 3,21 \text{ mm}$$

$$L_B = C \cdot \sqrt{(d_a \cdot \Delta L)} = 30 \cdot \sqrt{40 \cdot 3,21} = 339,94 \text{ mm}$$

$$\text{PB 3 } \Delta L = \Delta t \cdot \alpha \cdot L = 30 \cdot 0,05 \cdot 4,40 = 6,6 \text{ mm}$$

$$L_B = C \cdot \sqrt{(d_a \cdot \Delta L)} = 30 \cdot \sqrt{40 \cdot 6,6} = 4487,44 \text{ mm}$$

$$\text{PB 4 } \Delta L = \Delta t \cdot \alpha \cdot L = 30 \cdot 0,05 \cdot 5,29 = 7,94 \text{ mm}$$

$$L_B = C \cdot \sqrt{(d_a \cdot \Delta L)} = 30 \cdot \sqrt{40 \cdot 7,94} = 534,64 \text{ mm}$$

$$\text{PB 5 } \Delta L = \Delta t \cdot \alpha \cdot L = 30 \cdot 0,05 \cdot 2,91 = 4,37 \text{ mm}$$

$$L_B = C \cdot \sqrt{(d_a \cdot \Delta L)} = 30 \cdot \sqrt{40 \cdot 4,37} = 396,64 \text{ mm}$$

$$\text{PB 6 } \Delta L = \Delta t \cdot \alpha \cdot L = 30 \cdot 0,05 \cdot 3,96 = 5,94 \text{ mm}$$

$$L_B = C \cdot \sqrt{(d_a \cdot \Delta L)} = 30 \cdot \sqrt{40 \cdot 5,94} = 462,43 \text{ mm}$$

$$\text{PB 7 } \Delta L = \Delta t \cdot \alpha \cdot L = 30 \cdot 0,05 \cdot 5,29 = 7,94 \text{ mm}$$

$$L_B = C \cdot \sqrt{(d_a \cdot \Delta L)} = 30 \cdot \sqrt{40 \cdot 7,94} = 534,64 \text{ mm}$$

$$\text{PB 8 } \Delta L = \Delta t \cdot \alpha \cdot L = 30 \cdot 0,05 \cdot 4,16 = 6,24 \text{ mm}$$

$$L_B = C \cdot \sqrt{(d_a \cdot \Delta L)} = 30 \cdot \sqrt{40 \cdot 6,24} = 473,96 \text{ mm}$$

2.2.4.5 VÝPOČET TEPELNÉ IZOLACE POTRUBÍ

Výpočet tepelné izolace potrubí teplé vody a cirkulační vody

Použité vztahy:

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_t} \cdot \ln \frac{d}{d-2 \cdot s_t} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}}$$

λ_t - součinitel tepelné vodivosti trubky; $\lambda_t = 0,24 \text{ W/mK}$

d - vnější průměr trubky [m]

s_t - tloušťka stěny trubky [m]

λ_{iz} - součinitel tep. vodivosti izolace, $\lambda_{iz} = 0,037 \text{ W/mK}$

$D = d + 2 \cdot s_{iz}$ [m]

α_e - součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu; $\alpha_e = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tabulka 16, maximální hodnoty součinitelů prostupu tepla U vztažených na jeden metr délky potrubí [68]

DN potrubí	10 - 15	20 - 32	40 - 65	80 - 125	150 - 200
$U \text{ [W/mK]}$	0,15	0,18	0,27	0,34	0,40

Pro potrubí 20x2,8 mm; tl. izolace 20+10 mm

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,24} \cdot \ln \frac{0,020}{0,020 - 2 \cdot 0,0028} + \frac{1}{2 \cdot 0,037} \cdot \ln \frac{0,080}{0,020} + \frac{1}{10 \cdot 0,080}} = 0,152 \text{ W/mK}$$

$U_o = 0,152 < 0,18 \text{ W/mK}$ **VYHOVUJE**

Pro potrubí 25x3,5 mm; tl. izolace 20+10 mm

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,24} \cdot \ln \frac{0,025}{0,025 - 2 \cdot 0,0035} + \frac{1}{2 \cdot 0,037} \cdot \ln \frac{0,085}{0,025} + \frac{1}{10 \cdot 0,085}} = 0,171 \text{ W/mK}$$

$U_o = 0,171 < 0,18 \text{ W/mK}$ **VYHOVUJE**

Pro potrubí 32x4,4 mm; tl. izolace 20+20 mm

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,24} \cdot \ln \frac{0,032}{0,032 - 2 \cdot 0,0044} + \frac{1}{2 \cdot 0,037} \cdot \ln \frac{0,112}{0,032} + \frac{1}{10 \cdot 0,112}} = 0,142 \text{ W/mK}$$

$U_o = 0,142 < 0,18 \text{ W/mK}$ **VYHOVUJE**

Pro potrubí 40x5,5 mm; tl. izolace 20+20 mm

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,24} \cdot \ln \frac{0,040}{0,040 - 2 \cdot 0,0055} + \frac{1}{2 \cdot 0,037} \cdot \ln \frac{0,120}{0,040} + \frac{1}{10 \cdot 0,120}} = 0,160 \text{ W/mK}$$

$U_o = 0,160 < 0,27 \text{ W/mK}$ **VYHOVUJE**

Z výše uvedených výpočtů vyplývá, že původně navržená jedna vrstva tepelné izolace MIRELON PRO tl. 20 mm nevyhovuje. Proto budou na potrubí umístěny dvě vrstvy tepelné izolace v tloušťkách dle výpočtu. Obě vrstvy budou v místě podélného spoje izolace přelepeny páskou. Druhá vrstva izolace bude každého 0,5 m stažena stahovací sponou.

2.2.5 PLYNOVOD

2.2.5.1 DIMENZOVÁNÍ NÍZKOTLAKOVÉ PLYNOVODNÍ PŘÍPOJKY

$$D = K^{4,8} \sqrt{\frac{Q^{1,28} \cdot L}{(p_z + 100)^2 - (p_k + 100)^2}}$$

K – konstanta – zemní plyn = 13,8

D – vnitřní průměr potrubí [mm]

Q – dopravované množství plynu [m³/h] při 20 °C a 0,101325 [MPa]

L – délka potrubí [m]

p_z – počáteční pracovní přetlak plynu [kPa]

p_k – koncový pracovní přetlak plynu [kPa]

NTL p_z = 2 KPa

NTL p_k = 1,95 KPa

L = délka potrubí + T kus + 2 x koleno + kulový kohout

L = 6,16 + 1,3 + 1,4 + 0,5 = 9,36 m

Výpočet redukovaného odběru plynu

$$V_r = V_1 \cdot K_1 + V_2 \cdot K_2 + V_3 \cdot K_3 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

V₁ – součet objemových průtoků plynu všech spotřebičů pro přípravu pokrmů a všech spotřebičů pro průtokovou přípravu teplé vody

V₂ – součet objemových průtoků plynu všech spotřebičů pro lokální vytápění a všech spotřebičů pro zásobníkovou přípravu teplé vody (samostatné ohříváče)

V₃ – součet objemových průtoků plynu všech kotlů pro vytápění včetně kotlů, které slouží ještě i k přípravě teplé vody

K – koeficient současnosti K₁ = n^{-0,5}, K₂ = n^{-0,15}, K₃ = n^{-0,1}

n – počet připojovaných plynových spotřebičů, které jsou zásobovány z příslušného úseku potrubí

objemové průtoky

plynový sporák s el. troubou – 0,8 m³/h

plynový kotel pro vytápění a ohřev teplé vody – výkon 2,4 kW – 24,1 kW = 3,04 m³/h

$$V_r = 3,2 \cdot 4^{-0,5} + 3,04 \cdot 1^{-0,15} + 0 = 4,64 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D = K^{4,8} \sqrt{\frac{Q^{1,28} \cdot L}{(p_z + 100)^2 - (p_k + 100)^2}} = 13,8^{4,8} \sqrt{\frac{4,64^{1,28} \cdot 9,36}{(2+100)^2 - (1,95+100)^2}} = 17,41 \text{ mm}$$

Plynovodní přípojka bude provedena z HDPE 100 SDR 11 40x3,7.

$$Q = S \cdot v \rightarrow v = \frac{Q}{S} = \frac{4,64/3600}{0,00083} = 1,55 \text{ m/s}$$

$$S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 0,0163^2 = 0,00083 \text{ m}^2$$

Ověření rychlosti

v = 1,55 m/s < v = 10 m/s pro tlak plynu do 5 kPa včetně.

2.2.5.2 POSOUZENÍ UMÍSTĚNÍ PLYNOVÝCH SPOTŘEBIČŮ

Výpočet objemu místnosti

Nejmenší požadovaný objem místnosti pro spotřebiče v provedení A, konkrétně pro plynový sporák s elektrickou troubou, by mě být minimálně 20 m³.

Byt	Objem místnosti [m ³]
1.NP	20,61
2.NP	30,16
3.NP	30,16
4.NP	30,16

2.2.5.3 DIMENZOVÁNÍ DOMOVNÍHO PLYNOVODU

Domovní plynovod bude zajišťovat dodávku zemního plynu k plynovému kotli a sporákům.

Předběžné ztráty tlaku

- bez stoupacího potrubí

$$\Delta p = \frac{\Delta p_d}{\sum L_e} \rightarrow \Delta p = \frac{100}{1,5 \cdot \sum L}$$

Δp_d – dovolená ztráta tlaku [Pa]

$\sum L_e$ – ekvivalentní délka prvků plynovodu [m]

$\sum L$ – skutečná délka vodorovných úseků [m]

- stoupací potrubí

$$\Delta p = \frac{5}{1,5 \cdot 1,0}$$

$$\sum \Delta p_c \leq \sum \Delta p_d$$

$\sum \Delta p_c$ – součet celkových ztrát tlaku všech příslušných úseků

$$\Delta p_c = \Delta p_s \times L_e$$

Δp_s – skutečná ztráta tlaku [Pa/m]

L_e – ekvivalentní délka úseku [m]

$$L_e = L + L'$$

L – skutečná délka úseku [m]

L' – ekvivalentní délková přírážka [m]

Tabulka 17, orientační hodnoty ekvivalentních délkových přírážek pro tvarovky a armatury plynovodního potrubí [65]

Tvarovka nebo armatura	Ekvivalentní přírážka - l_e [m]
T – kus (průchod)	0,5
T – kus (odbočení)	1,3
Koleno	0,7
Redukce	0,4
Kulový kohout přímý nebo šoupátko	0,5
Kulový kohout rohový	1,3

Tabulka 18, ztráty tlaku v závislosti na jmenovité světlosti potrubí a redukovaném odběru zemního plynu [65]

DN	Ztráta tlaku Δp [Pa/m]											
	10	5	4	3	2	1	0,667	0,5	0,4	0,33	0,25	0,2
	Redukovaný odběr plynu V_r [m ³ /h]											
12	1,46	1,03	0,92	0,80								
15	2,55	1,81	1,62	1,40	1,14	0,81	0,66	0,57	0,51	0,46	0,40	0,36
20	5,24	3,71	3,32	2,87	2,34	1,66	1,34	1,17	1,05	0,95	0,83	0,74
25	9,16	6,48	5,79	5,02	4,10	2,90	2,37	2,05	1,83	1,66	1,45	1,30
32	17,0	12,00	10,70	9,30	7,59	5,37	4,38	3,80	3,40	3,03	2,68	2,40
40	29,7	21,00	18,80	16,20	13,30	9,38	7,66	6,63	5,93	5,39	4,69	4,19
50	51,8	36,60	32,80	28,40	23,20	16,40	13,40	11,60	10,40	9,41	8,19	7,33

Větev 1

- vodorovné - 1x sporák - nejvzdálenější

$$V_r = 0,8 \cdot 1^{-0,5} = 0,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$L = 14,78 \text{ m}$$

$$L' = 16 \cdot 0,7 + 0,4 + 0,5 = 12,1 \text{ m}$$

$$L_e = 26,88 \text{ m}$$

$$\Delta p = 100/(26,88) = 3,72 \text{ Pa/m}$$

Volím DN 15

- vodorovné - 4x sporák + kotel

$$V_r = 3,2 \cdot 4^{-0,5} + 3,04 \cdot 1^{-0,15} = 4,64 \text{ m}^3/\text{h}$$

Volím DN 25.

- vodorovné - kotel

$$V_r = 3,04 \cdot 1^{-0,15} = 3,04 \text{ m}^3/\text{h}$$

Volím DN 25.

- Stoupací potrubí - 2x sporák

$$V_r = 1,6 \cdot 2^{-0,5} = 1,13 \text{ m}^3/\text{h}$$

Volím DN 15.

- Stoupací potrubí - 3x sporák

$$V_r = 2,4 \cdot 3^{-0,5} = 1,39 \text{ m}^3/\text{h}$$

Volím DN 20.

- Stoupací potrubí - 4x sporák

$$V_r = 3,2 \cdot 4^{-0,5} = 1,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Volím DN 20.

- Stoupací potrubí - 4x sporák + kotel

$$V_r = 3,2 \cdot 4^{-0,5} + 3,04 \cdot 1^{-0,15} = 4,64 \text{ m}^3/\text{h}$$

Volím DN 32.

2.2.5.4 NÁVRH BYTOVÉHO PLYNOMĚRU

Návrh: membránový plynoměr Elster BK – G4 V2, 250 mm

Minimální průtok

$$Q_{\min} = 0,04 \text{ m}^3/\text{h}$$

Maximální průtok

$$Q_{\max} = 6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Posouzení na minimální průtok:

$$Q_{\min} \text{ plynoměr} < Q_{\min} \text{ připojených spotřebičů}$$

$$0,04 \text{ m}^3/\text{h} < 0,8 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení na maximální průtok:

$$X \cdot Q_{\max} \text{ plynoměr} \geq Q_{\max} \text{ plynoměr}$$

$$X = 1,3 \text{ pro zemní plyn}$$

$$1,3 \cdot 6 \text{ m}^3/\text{h} \geq 6 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Návrh: membránový plynoměr Elster BK – G4 V2, 250 mm

Minimální průtok

$$Q_{\min} = 0,04 \text{ m}^3/\text{h}$$

Maximální průtok

$$Q_{\max} = 6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Posouzení na minimální průtok:

$$Q_{\min} \text{ plynoměr} < Q_{\min} \text{ připojených spotřebičů}$$

$$0,04 \text{ m}^3/\text{h} < 3,04 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení na maximální průtok:

$$X \cdot Q_{\max} \text{ plynoměr} \geq Q_{\max} \text{ plynoměr}$$

$$X = 1,3 \text{ pro zemní plyn}$$

$$1,3 \cdot 6 \text{ m}^3/\text{h} \geq 6 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

3 PROJEKT

3.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

Zdravotně technické instalace, plynovodní instalace, přípojky

3.1.1 ÚVOD

Tato část projektu zahrnuje řešení rozvodů zdravotně technických instalací, plynovodních instalací a přípojek v bytovém domě, nacházejícím se na ulici Prostřední v obci Otrokovice. Jedná se o podsklepený řadový bytový dům, s jedním podzemním a čtyřmi nadzemními podlažími. Jako podklad pro vypracování projektu byly použity půdorysy čtyř nadzemních a jednoho podzemního podlaží.

3.1.2 POTŘEBA VODY

Průměrná denní potřeba vody

$$Q_p = q \cdot n = 96 \cdot 14 = 1344 \text{ l/den} = 1,344 \text{ m}^3/\text{den}$$

q = specifická denní potřeba vody na měrnou jednotku; q = 96 l/os/den

n = počet měrných jednotek

Maximální denní potřeba vody

$$Q_m = Q_p \cdot k_d = 1344 \cdot 1,5 = 2016 \text{ l/den} = 2,016 \text{ m}^3/\text{den}$$

k_d = koeficient denní nerovnoměrnosti; k_d = 1,25 – 1,5

Maximální hodinová potřeba vody

$$Q_h = \frac{Q_m}{t} \cdot K_h = \frac{2016}{24} \cdot 2,1 = 176,4 \text{ l/hod}$$

K_h = koeficient hodinové nerovnoměrnosti; K_h = 1,8 – 2,1

Roční potřeba vody

$$Q_r = Q_p \cdot d = 1,344 \cdot 365 = 490,56 \text{ m}^3/\text{rok}$$

d = počet provozních dnů budovy

$$Q_r = 35 \cdot n = 35 \cdot 14 = 490 \text{ m}^3/\text{rok}$$

n = počet měrných jednotek

Průměrná denní potřeba teplé vody

$$Q_{pT} = q \cdot n = 40 \cdot 14 = 560 \text{ m}^3/\text{den}$$

q = specifická denní potřeba teplé vody na měrnou jednotku; q = 40 m³/os/den

n = počet měrných jednotek

3.1.3 PŘÍPOJKY

Přípojka splaškové kanalizace

Splašková kanalizace bude napojena na stávající splaškovou stoku DN 300 PVC KG v ulici Prostřední.

Na pozemku nemovitosti bude zhotovena nová splašková kanalizační přípojka DN/OD 160 PVC KG pro odvod splaškových vod. Průtok splaškových odpadních vod kanalizační přípojkou činí 2,85 l/s. Kanalizační přípojka bude na splaškovou stoku napojena nalepovací odbočkou a jádrovým vývrtem. Hlavní vstupní šachta od firmy Wavin bude vyhotovena z plastové vlnocové roury o průměru 1000 mm a bude opatřena litinovým poklopem průměru 600 mm. Šachta bude umístěna na soukromém pozemku před domem.

Přípojka dešťové kanalizace

Nově budovaná přípojka dešťové kanalizace bude napojena na stávající dešťovou stoku DN 300 PVC KG v ulici Prostřední.

Na pozemku nemovitosti bude zhotovena nová kanalizační přípojka DN/OD 160 PVC KG pro odvod srážkových vod. Průtok odpadních vod kanalizační přípojkou činí 0,5 l/s. Kanalizační přípojka bude na dešťovou stoku napojena pomocí nalepovací odbočky a jádrového vývrtnu.

Vodovodní přípojka

Na pozemku nemovitosti bude zřízena nová vodovodní přípojka vyhotovená z materiálu PE 100 SDR 11 40x3,7. Vodovodní přípojka bude napojena na stávající vodovodní řad pro veřejnou potřebu DN 150 PE 100 SDR 11 v ulici Prostřední. V místě napojení vodovodní přípojky na vodovodní řad by měl být dle provozovatele přetlak vody mezi 0,50 až 0,55 MPa. Výpočtový průtok vodovodní přípojky dle ČSN 75 5455 to je 1,26 l/s. Vodovodní přípojka bude na veřejný řád napojena pomocí navrtávacího pasu s uzávěrem, zemní soupravou a poklopem.

Potrubí vodovodní přípojky bude uloženo na pískovém loži o tloušťce 100 mm, obsyp a zásyp bude také pískem do výšky 300 mm nad horní úroveň potrubí. Podél potrubí přípojky bude položen signalizační vodič a ve výšce 300 mm nad horním lícem trubky se do výkopu uloží výstražná folie.

Plynovodní přípojka

Do objektu bude přiveden zemní plyn novou NTL plynovodní přípojkou zhotovenou z materiálu HDPE 100 SDR 11 40x3,7 dle ČSN EN 12007 a TPG 702 01. Redukovaný odběr plynu přípojkou činí 8,51 m³/h. Nová NTL přípojka bude napojena na stávající NTL plynovodní řad 90x8,2 HDPE 100 SDR 11 pomocí přivařovacího navrtávacího T-kusu. Hlavní uzávěr plynu bude umístěn v plastovém pilíři o rozměrech 1120 x 540 x 230 mm, který bude umístěn u fasády vedle vstupního schodiště. Součástí plastového pilíře jsou i pastová dvířka o rozměrech 500 x 500 mm s nápisem HUP, větracími otvory a jednobodovým uzávěrem na čtyřhranný klíč 6 x 6 mm.

Potrubí plynovodní přípojky bude uloženo na pískovém loži o tloušťce 100 mm a obsypáno bude také pískem do výšky 300 mm nad horní úroveň potrubí. Podél potrubí přípojky se položí signalizační vodič a ve výšce 300 mm nad horním lícem trubky se do výkopu položí výstražná folie.

3.1.4 VNITŘNÍ KANALIZACE

Splašková kanalizace

Jako podklad pro navržení, vyhotovení a odzkoušení vnitřní kanalizace sloužily normy ČSN EN 12056, ČSN EN 752 a ČSN 75 6760.

Splašková kanalizace, která odvádí odpadní vody od zařizovacích předmětů mimo objekt nemovitosti, bude napojena na kanalizační přípojku vedenou do stoky v ulici Prostřední. Průtok odpadních vod vnitřní kanalizací ve svodném potrubí činí 2,85 l/s. Svodná potrubí budou vedena v zemi pod podlahou 1.S a mimo objekt povedou pod terénem v nezámrazné hloubce. Všechny prostupy a drážky v základových pasech budou bezpodmínečně konzultovány se statikem. Na soukromém pozemku, v místě, kde se bude napojovat hlavní svodné potrubí na přípojku, bude zhotovena hlavní vstupní šachta od firmy Wavin bude vyhotovena z plastové vlnovcové roury o průměru 1000 mm a bude opatřena litinovým poklopem průměru 600 mm.

Na odpadních potrubích budou osazeny v úrovni 1.S čistící tvarovky a budou přístupné pomocí plastových revizních dvířek o rozměrech 200 x 200 mm, pokud budou umístěny v instalačních šachtách, tak pomocí revizních plastových dvířek 600 x 600. Prostup potrubí stropem v šachtách bude opatřen protipožárními manžetami. Všechny odpadní potrubí budou odvětrána a vyvedena nad střechu. Odpadní potrubí budou zakončena pomocí volného vývodu a to minimálně 500 mm nad úroveň střechy a povedou v instalačních šachtách. Odpadní, větrací a připojovací potrubí bude provedeno z PP (polypropylen) HT a upevnění ke stěnám bude zajištěno pomocí kovových objímek s gumovou vložkou. Při osazování objímek je nutno dbát pokynů výrobce potrubí a dodržet maximální povolené vzdálenosti.

Připojovací potrubí povedou v předstěrových přizdívkách a pod omítkou. Pro napojení automatických praček AP budou osazeny zápachové uzávěrky HL 400. Pro odvod úkapů z pojistných ventilů od kotle pro vytápění a ohřevu vody budou použity vtoky s mechanickou zápachovou uzávěrkou HL 21.

Pro potrubí v zemi bude použit materiál PVC KG. Toto potrubí bude uloženo na pískovém loži o tloušťce 100 mm a obsypáno bude též pískem do výšky 300 mm nad horní úroveň potrubí. Při realizaci je nutné dodržet montážní pokyny výrobce potrubí.

Dešťová kanalizace

Dešťové vody ze střechy objektu budou odváděny pomocí jednoho okapního žlabu, na který budou napojena dvě odpadní potrubí. Dešťová odpadní potrubí povedou vně objektu po fasádě a v úrovni terénu se opatří lapači střešních splavenin HL 600N. Vedení potrubí je patrné z výkresové části dokumentace. Přejechod z odpadního do svodného potrubí bude proveden pomocí dvou 45° kolen.

Jedno odpadní dešťové potrubí bude svedeno na dlážděnou terasu, odkud bude jím svedená dešťová voda jímána okapním žlabem a dále odváděna odpadním potrubím. Všechna odpadní potrubí dosahující úrovně terénu budou do výšky 1,5 m nad úroveň terénu vyhotovena z litino-

vé trouby a ta bude upevněná ke stěně nad terénem a pod hrdlem ocelovou objímkou. Zbytek dešťového odpadního potrubí bude klempířský výrobek. Dešťové potrubí v zemi bude vyhotoveno z PVC KG a bude uloženo na pískovém loži o tloušťce 100 mm a obsypáno bude také pískem do výšky 300 mm nad horní úroveň potrubí. Při realizaci je nutné dodržet montážní pokyny výrobce potrubí.

Retenční nádrž

Pro jímání srážkové vody je potřebný minimální objem 2,79 m³ proto volím betonovou (retenční) nádrž o objemu 3,20 m³, která bude osazena do země. Rozměry nádrže jsou 1900 x 1650 x 1500 mm a pochozí litinový poklop o rozměrech 600 x 600 mm. Na odtoku srážkové vody z retenční nádrže osazen škrtkový díl pro řízení množství vody odtékající do kanalizace. Nádrž je opatřena havarijním přepadem vyvedeným do šachtičky, jejíž mřížovaný poklop je položen níž než havarijní přepad. V případě zavodnění této šachty bude voda vytékat volně na povrch, směrem od budovy.

3.1.5 NÁVRH SYSTÉMU ŠEDÝCH VOD

Výpočtem bylo zjištěno, že produkce šedé vody z koupelen nepokryje požadavky potřebu vody provozní. Rozdíl mezi produkcí a spotřebou je 44 litrů denně. Tento rozdíl bude pokryt automatickým doplňováním systému pitnou vodou.

Do nádrží na šedou vodu jsou sváděny šedé vody z umyvadel, van, automatických praček a umývátek. Černá voda z toalet, voda z kuchyňských dřezů a myček nádobí je sváděna do veřejné splaškové kanalizace.

Pro čištění šedé vody jsou navrženy dvě nádrže, obě o objemu 900 litrů. V první nádrži probíhá akumulace přitékající šedé vody a také hlavní čistící proces pomocí zařízení firmy ASIO, spol. s r.o. Aqualoop 18. Konkrétní návrh jednotky byl proveden ve výpočtové části. Zařízení Aqualoop je vybaveno membránovou jednotkou s filtrační náplní jako nosičem biomasy, dmychadlem, vestavěným čerpadlem, a také nádrží na zpětný proplach. Dmychadlo umožňuje jak zpětný proplach, tak také dodává kyslík nutný k čistícímu procesu. Proces čištění vody, a také samočisticí proces, jsou ovládány řídicím systémem. Po přečerpání vody do poslední nádrže je voda akumulována a připravena k odběru. Mezi akumulací nádrží a odběrným místem voda ještě prochází přes UV čištění, které odstraňuje bakterie a dezinfikuje vodu bez použití chemikálií.

V akumulací nádrži je umístěn snímač hladiny, který zaznamená nedostatek vody, a tím se spustí doplňování systému pitnou vodou. Přívod pitné vody je možný i do čistící nádrže. Tento přívod může být ovládaný pouze ručně. Instalace musí být provedena tak, aby přívod pitné vody nepřišel do kontaktu s vodou v nádržích. Obě nádrže jsou opatřeny bezpečnostním přepadem, a také vypouštěním. Na přívodu šedé vody je umístěn trojcestný ventil pro případ odstavení celého systému, umožňuje odtok šedé vody do veřejné kanalizace.

Na nádržích musí být umístěno označení: "nepitná voda".

3.1.6 VNITŘNÍ VODOVOD

Vnitřní vodovod byl navržen dle ČSN EN 806, ČSN 75 5409 a dimenzován dle ČSN 75 5455. Tlakové zkoušky a montáž vnitřního vodovodu se bude provedena dle ČSN EN 806-4 a ČSN 75 5409. Provozování a udržování vnitřního vodovodu bude prováděno dle ČSN EN 806-5, ČSN 75 5409.

Napojení vnitřního vodovodu na vodovodní přípojku pitné vody 40x3,7 bude provedeno ve vodoměrné šachtě. V plastové samonosné vodoměrné šachtě o rozměrech 1200x900x1500mm bude umístěna vodoměrná sestava s vodoměrem a hlavní uzávěrem.

V místě napojení vodovodní přípojky na vodovodní řad by měl být, dle provozovatele sítě, přetlak vody mezi 0,50 až 0,55 MPa.

Hlavní uzávěr vody objektu bude osazen na přívodním potrubí v montážní šachtě ve sklepech v 1. S, kde bude provedeno oddělení požárního vodovodu. Přívodní ležaté potrubí bude vně objektu vedeno 1 m od základů objektu v hloubce 1,5 m pod úroveň terénu a bude až po vstup do montážní šachty opatřeno ochranným potrubím. V prostoru 1.S povede vodorovné připojovací potrubí pod stropem.

Bytové vodoměry pro studenou vodu budou umístěny v instalačních šachtách jednotlivých bytů, kde budou přístupné pomocí plastových dvířek o rozměrech 600 x 600 mm.

Stoupací potrubí vodovodu budou vedena v instalačních šachtách společně se stoupacím potrubím splaškové kanalizace. Prostup potrubí stropem šachet bude opatřen protipožárními manžetami. Připojovací potrubí povedou v předstěnových přízdívkách a pod omítkou při vnitřních okrajích.

Teplá voda bude pro celý objekt připravována ústředně v nepřímotopném zásobníkovém ohřívači Viessmann Vitocell 300-V EVI o objemu 300 l, který bude umístěn v technické místnosti v 1. NP. Na přívodu studené vody do tohoto ohřívače bude osazen kulový kohout, kontrolovatelný zpětný ventil, vypouštěcí ventil, manometr a pojistný ventil s otevíracím přetlakem 0,6 MPa. Na výstupu teplé vody ze zásobníku bude osazen uzavírací kulový kohout.

Rozvody vnitřního vodovodu budou provedeny ze systému Wavin Ekoplastik. Pro rozvod studené vody pitné je navrženo potrubí EVO (PP-RCT). Rozvod teplé vody je navržen z potrubí FIBER BASALT PLUS (PP-RCT s čedičovým vláknem). Při volném vedení bude potrubí upevněno ke stěnám nebo stropům pomocí kovových objímek s gumovou vložkou. Při napojení potrubí z různých druhů materiálů bude využito ISO spojek. Potrubí ze stejného plastového materiálu od jednoho výrobce budou svařována. Jako tepelná izolace na potrubí bude použita návleková izolace MIRELON. Ležatá potrubí studené vody vedená pod stropem budou opatřena izolací o tloušťce 9 mm, stoupací potrubí studené vody vedená v instalačních šachtách budou opatřena izolací o tloušťce 13 mm a připojovací potrubí studené vody vedená pod omítkou a v instalačních předstěrách budou opatřena izolací o tloušťce 6 mm. Potrubí teplé vody budou opatřena tepelnou izolací a to potrubí 20x2,8 mm tloušťkou 20+10 mm, potrubí 25x3,5 mm tloušťkou 20+10 mm, potrubí 32x4,4 mm tloušťkou 20+20 mm a potrubí 40x5,5 mm tloušťkou

20+20 mm. Obě vrstvy budou v místě podélného spoje izolace přelepeny páskou a tyto podílné spoje budou umístěny tak, aby byly navzájem na protilehlých stranách potrubí. Druhá vrstva izolace bude každého 0,5 m stažena stahovací sponou. Spojení závitových armatur s plastovým potrubím bude provedeno pomocí přechodek s mosazným závitem. Uzavírací armatury budou tvořit mosazné kulové kohouty s atestem na pitnou vodu.

Vodovod bude zásobovat i požární vodovod pro první zásah. Hadicový systém o rozměrech skříně 650 x 650 x 175 s tvarově stálou hadicí DN 19 a délkou 30 m bude osazen v 1. NP a v 3. NP na chodbě. Požární vodovod je od vodovodu pitné vody oddělen pomocí ochranné jednotky EA. Potrubí požárního vodovodu o průtoku 1,04 l/s bude provedeno z pozinkované oceli.

Rozvod užitkové vody bude vyhotoven z potrubí EVO (PP-RCT) systému Wavin Ekoplastik. Potrubí bude označeno pruhy zelené barvy o šířce 50 mm v maximální vzdálenosti 1 m. Čerpání užitkové vody ze systému AQUALOOP 18 k jednotlivým zařizovacím předmětům bude zajištěno jednotkou AS-RAINMASTER FAVORIT 20 umístěnou v technologické místnosti.

3.1.7 DOMOVNÍ PLYNOVOD

Plynové spotřebiče

Plynový sporák s elektrickou troubou (4 ks)

Jednotková roční spotřeba plynu 85 m³/rok

Roční potřeba plynu 1 020 m³/rok

Plynový kotel

Plynový kotel pro vytápění a ohřev teplé vody-výkon 2,4 – 24,1 kW – 3,04 m³/h

Roční potřeba plynu 2 107 m³/rok

Celková roční potřeba plynu = 3 127 m³/rok

Vnitřní plynovod

Domovní plynovod bude zhotoven dle ČSN EN 1775 A TPG 704 01.

Plynové sporáky s elektrickou troubou jsou spotřebiče typu A, a proto musely být spočítány objemy místností, v nichž jsou spotřebiče umístěny, tyto objemy nesmějí být menší než 20 m³.

Plynový kotel je spotřebič typu C s odvodem spalin nad střechu pomocí koaxiálního komína, který zároveň zajišťuje i přívod spalovacího vzduchu. Obytné místnosti budou vytápěny centrálně pomocí kotle umístěného v technické místnosti. Hlavní uzavěr plynu bude umístěn v plastovém pilíři o rozměrech 1120 x 540 x 230 mm, který bude umístěn u fasády vedle vstupního schodiště. Součástí plastového pilíře jsou i pastová dvířka o rozměrech 500 x 500 mm s nápisem HUP, větracími otvory a jednobodovým uzavěrem na čtyřhranný klíč 6 x 6 mm. V tomto pilíři bude umístěna i přechodka PE/ocel. Před vstupem do objektu bude plynovod opatřen ochrannou trubkou. Ležaté plynovodní potrubí bude vedeno pod terénem vně domu a

uvnitř objektu povede pod stropem a pod omítkou. Potrubí pod omítkou nesmí být uloženo do agresivního materiálu. Prostupy volně vedeného potrubí zdmi a stropy budou řešeny pomocí ochranných trubek s minimálním přesahem 100 mm od líců prostupovaných konstrukcí. Plynoměry budou umístěny na chodbě v každém podlaží v plastové skříni o rozměrech 600 x 500 x 220.

Potrubí v zemi vně domu bude provedeno z HDPE 100 SDR 11 DN 40. Potrubí v zemi bude uloženo na pískovém loži o tloušťce 100 mm a obsypáno bude také pískem do výšky 300 mm nad horní úroveň potrubí. Materiálem pro vnitřní plynovod bude ocelové závitové potrubí spojované svařováním a bude opatřeno ochranným nátěrem. Jako uzávěry budou použity kulové kohouty s atestem na zemní plyn. Před uvedením plynovodu do provozu musí být provedena zkouška těsnosti a pevnosti dle ČSN EN 1775 a TPG 704 01 a revize plynového zařízení podle vyhlášky č.85/1978 Sb. Po provedení zkoušek těsnosti a pevnosti bude potrubí natřeno žlutým lakem.

3.1.8 ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY

Budou použity zařizovací předměty podle sestav, které jsou specifikované v legendě zařizovacích předmětů. V bytech budou záchodové mísy kombinační. U umyvadel, dřezů a van budou nástěnné baterie. Výlevka bude nástěnná s předstěnovou splachovací nádrží. Automatická pračka AP a myčka nádobí budou ke kanalizačnímu potrubí napojeny přes západkové uzávěrky HL 400 a k vodovodnímu potrubí pomocí výtokového ventilu na hadici, se zpětnou klapkou.

Použity mohou být jen výtokové armatury zajištěné proti zpětnému nasátí vody podle ČSN EN 1717 a ČSN 75 5409.

3.1.9 ZEMNÍ PRÁCE

Pro přípojky a ostatní potrubí, která budou uložena v zemi, se vyhloubí rýhy o šířce 0,8. V místě, kde bude potrubí uloženo na násypu, je třeba tento násyp předem dobře ztuhnout. Při provádění je třeba dodržet zásady bezpečnosti práce a výkopy se také musí ohradit a označit.

Příložným pažením je nutno pažit výkopy, které budou hlubší jak 1,5 m. Vykopaná zemina bude po dobu výstavby uložena podél rýh a přebytečná zemina bude po zahrnutí výkopa odvezena na skládku. Výkopové práce v místě souběhu či křížení s ostatními sítěmi se musí provádět ručně a také velice opatrně, bez použití pneumatického, bateriového nebo motorového nářadí, aby nedošlo k poškození sítí. Případnou podzemní vodu je třeba z výkopů odčerpávat. Před zahájením zemních prací je nutné, aby provozovatelé všech podzemních inženýrských sítí tyto sítě vytyčili. Při souběhu a křížení s jinými sítěmi budou dodrženy vzdálenosti dle ČSN 73 6005, normy ČSN 33 2000-5-52, ČSN 33 2000-5-54, ČSN 33 2160, ČSN 33 3301 a také podmínky provozovatelů těchto sítí. Při nesouladu polohy sítí s mapovými podklady od provozovatelů je nutno tento nesoulad konzultovat s příslušnými provozovateli. Obnažené křížené sítě je zapotřebí při provádění zemních prací zabezpečit proti poškození. Před zasypaním výkopů budou provozovatelé obnažených inženýrských sítí přizváni ke kontrole jejich stavu. O kontrole

se provede zápis do stavebního deníku. Lože a obsyp křížených sítí budou uvedeny do původního stavu.

Při provádění zemních prací je nutné dodržet ČSN EN 1610, ČSN EN 805, nařízení vlády č. 591/2006 Sb., 362/2005 Sb. a 381/2001 Sb. a další příslušné ČSN, dále technická pravidla GAS, podmínky provozovatelů podzemních sítí, stavebního a obecního či městského úřadu a musí se zajistit bezpečnost práce.

V Brně dne 10. 5. 2018

Vypracoval: Jan Ševčík

3.2 LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ

OZN. NA VÝKRESE	POPIS SESTAVY	POČET SESTAV
U	-UMYVADLO KERAMICKÉ, OBDÉLNÍKOVÉ, BÍLÉ, 550x420, Ideal Standard connect -ZÁPACHOVÁ UZÁVĚRKA UMYVADLOVÁ, HRANATÁ, CELOKOVOVÁ, POCHROMOVANÁ, ALCAPLAST A401 DESIGN -UMYVADLOVÁ BATERIE NÁSTĚNNÁ, PÁKOVÁ, POCHROMOVANÁ, Sapho Aqualine SAGARA PJ532 -CELOKOVOVÁ VÝPUŠŤ clil/clack ALCAPLAST A392	4
Um	-UMÝVÁTKO KERAMICKÉ, OBDÉLNÍKOVÉ, BÍLÉ, 330x290, Lineabeta Quarelo -ZÁPACHOVÁ UZÁVĚRKA UMYVADLOVÁ, HRANATÁ, CELOKOVOVÁ, POCHROMOVANÁ, ALCAPLAST A401 DESIGN -UMYVADLOVÁ BATERIE NÁSTĚNNÁ, PÁKOVÁ, POCHROMOVANÁ, Sapho Aqualine SAGARA PJ532 -CELOKOVOVÁ VÝPUŠŤ clil/clack ALCAPLAST A392	4
VA	-AKRYLÁTOVÁ VANA OBDÉLNÍKOVÁ, BÍLÁ, 1600x700 mm, RAVAK Chrome -ZÁPACHOVÁ UZÁVĚRKA VANOVÁ, PLASTOVÁ S PŘEPADEM, RAVAK komplet -VANOVÁ BATERIE NÁSTĚNNÁ PÁKOVÁ, POCHROMOVANÁ, Sapho KAI KA10 -SPRCHOVÝ SET, Sapho ALEX -REVIZNÍ VANOVÁ DVÍŘKA, OCELOVÁ 300x300 mm	4
DD	-KUCHYŇSKÝ DVOJDŘEZ Z KOROZIVZDORNÉ OCELI A ROZMĚRECH 800x500 mm, VESTAVĚNÝ DO KUCHYŇSKÉ LINKY. Novaservis DR50/80 -ZÁPACHOVÁ UZÁVĚRKA DVOJDŘEZOVÁ, PLASTOVÁ, BÍLÁ S NEREZOVÝM ODPADNÍM VENTILEM A NEREZOVOU MŘÍŽKOU. ALCAPALST A-449 -DŘEZOVÁ BATERIE NÁSTĚNNÁ, POCHROMOVANÁ, JEDNOPÁKOVÁ, Sapho CONCORDE	4
MN	-ZÁPACHOVÁ UZÁVĚRKA PRO MYČKU NÁDOBÍ HL 400 PODOMÍTKOVÁ -VÝTOKOVÝ POCHROMOVANÝ VENTIL NA HADICI DN 15 SE ZPĚTNÝM A ZAVZDUŠŇOVACÍM VENTILEM DLE ČSN EN 1717, Schell COMFORT	4
AP	-ZÁPACHOVÁ UZÁVĚRKA PRO AUTOMATICKOU PRAČKU HL 400 PODOMÍTKOVÁ -VÝTOKOVÝ POCHROMOVANÝ VENTIL NA HADICI DN 15 SE ZPĚTNÝM A ZAVZDUŠŇOVACÍM VENTILEM DLE ČSN EN 1717, Schell COMFORT	4
WC	-ZÁCHODOVÁ MÍSA KOMBINAČNÍ, KERAMICKÁ, BÍLÁ, HLUBOKÉ SPLACHOVÁNÍ, ZADNÍ ODPAD, KOLO Style -ROHOVÝ VENTIL POCHROMOVANÝ DN15 -PŘIPOJOVACÍ TRUBIČKA 3/8 DÉLKY 450mm -MANŽETA Ø 110 mm PRO NAPOJENÍ NA PŘIPOJOVACÍ KANALIZAČNÍ POTRUBÍ -ZÁCHODOVÉ SEDÁTKO PLASTOVÉ S BRZDOU, BÍLÉ, KOLO Style	4
VL	-VÝLEVKA STOJÍCÍ, KERAMICKÁ, BÍLÁ, S VODOROVNÝM ODPADEM -ROHOVÝ VENTIL POCHROMOVANÝ DN15 -SPLACHOVACÍ NÁSTĚNNÁ NÁDRŽKA -MANŽETA Ø 110 mm PRO NAPOJENÍ NA PŘIPOJOVACÍ KANALIZAČNÍ POTRUBÍ -KOVOVÁ MŘÍŽKA -ELEKTRICKÝ, PŘEPADOVÝ, ZÁVĚSNÝ OHŘÍVAČ VODY, Mirava M A2 2,5 kW 230 V -NÁSTĚNNÁ PÁKOVÁ BATERIE PRO PŘEPADOVÝ OHŘÍVAČ, POCHROMOVANÁ	1
VP	-PODLAHOVÁ VPUŠŤ SE SVISLÝM PŘIPOJENÍM, HL310NPrG -LITINOVÁ MŘÍŽKA	2

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout vnitřní kanalizaci, vodovod a plynovod v bytovém domě, včetně jejich napojení na inženýrské sítě na ulici Prostředí v obci Otrokovice. Navržená varianta řešení je jednou z mnoha možností, které lze použít pro tento objekt. Životnost instalací bude záviset na kvalitě provedení realizačních firem, na kvalitě použitých materiálů a také na správném provozním zacházení ze strany uživatelů.

V první části jsem popsal základní problematiku recyklace šedých vod, metody jejich čištění a následné použití v domácnosti.

Výpočtová část je rozdělena do dvou částí, kdy první část je zaměřena na výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově. Druhá část pak obsahuje dimenzování kanalizace, vodovodu a plynovodu. Kanalizace byla řešena tradičním způsobem. Pro dimenzování vodovodu byla použita přesná metoda s tím, že všechny bytové jednotky budou zásobovány teplou vodou z centrálního zásobníkového ohříváče. V části věnované plynovodu byly navrženy plynové sporáky s elektrickou troubou a plynový kotel pro vytápění a přípravu teplé vody. Dále jsem v této části navrhl pro daný objekt systém recyklace šedé vody.

Při vyhodnocování problému nedostatečného objemu vyprodukované šedé vody vůči potřebě vody užitkové jsem zvažoval, mimo variantu s doplňováním systému pitnou vodou, i další varianty krytí tohoto deficitu. Těmito variantami bylo například zřízení nádrže pro akumulaci dešťové vody nebo zavedení odpadních vod z kuchyní do technologie čištění. Obě dvě varianty jsem ale zavrhl jak neekonomické. Variantu využití šedé vody z kuchyní z důvodu nutnosti instalace lapáku tuku a nákladů spojených s jeho provozem. Možnost využití dešťové vody bylo spojeno s nutností návrhu akumulační nádrže a soustavy čerpadel jak pro zásobování systému provozní vody, tak pro zajištění prázdnění nádrže v případě dlouhodobé akumulace neobměňované vody. Dalším faktorem, který vystupoval proti akumulaci dešťové vody, byl fakt, že v Otrokovicích jsou výrazně menší srážkové úhrny než v okolí. Toto tvrzení opírám o osobní zkušenosti získané za léta pobývání v této lokalitě.

Projekt zdravotně technických zařízení bytového domu jsem zpracovala dle vlastního úsudku v souladu s požadovanými normami a vyhláškami.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] SOJKA, Jan. *Čistírný odpadních vod pro rodinné domy*. 1. Praha: Grada Publishing, 2013. ISBN 978-80-247-4504-6
- [2] ZELINKA, Zdeněk; FORMÁNEK, Zdeněk. *Úpravny vody*. 1. Brno: ERA group spol., 2005. ISBN 80-7366-036-9
- [3] ŽABIČKA, Zdeněk; VRÁNA Jakub. *Zdravotně technické a plynovodní instalace*. Brno: ERA group spol., 2009. ISBN 978-80-7366-139-7
- [4] DANIELS, Klaus. *Technika budov: příručka pro architekty a projektanty*. 1. čes. vyd. Bratislava: Jaga group, 2003. ISBN 80-889-0563-X
- [5] VALÁŠEK, Jaroslav. *Zdravotnětechnická zařízení budov: příručka pro architekty a projektanty*. 2. Bratislava: Jaga group, 2006.
- [6] VYORALOVÁ, Zuzana. *Technická zařízení budov a infrastruktura sídel I*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05877-0.
- [7] VRÁNA, Jakub. *Technické zařízení budov v praxi*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1588-9
- [8] BÁRTA, Ladislav. *Zásobování budov vodou*. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia., Brno 2006
- [9] BÁRTA, Ladislav. *Zásobování budov plynem*. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia., Brno 2006
- [10] KUCHARIK, Miroslav. *Zdravotně technické instalace ve studentských kolejích*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technického zařízení budov, 2015
- [11] TALÁČ, Michal. *Zdravotně technické instalace a využití šedé a dešťové vody v průmyslovém areálu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technického zařízení budov, 2012
- [12] VÝSTUPOVÁ, Eliška. *Využití šedých vod v hotelu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technického zařízení budov, 2016
- [13] ŠIMON, Michal. *Zdravotně technické instalace v hotelu s lázeňským provozem*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technického zařízení budov, 2013
- [14] ONDRÁŠEK, Filip. *Rekonstrukce zdravotně technických instalací v mateřské škole*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technického zařízení budov, 2017
- [15] MAKOVÁ, Petra. *Hospodaření s vodou na plaveckém stadionu Lužánky*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodaření obcí, 2013
- [16] KORYTÁŘ, Ivo. *Využití šedé a dešťové vody pro občanskou vybavenost*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodaření obcí, 2014
- [17] NĚMCOVÁ, Kristýna. *Zdravotně technické a plynovodní instalace v objektu pro bydlení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technického zařízení budov, 2017
- [18] HL Hutterer & Lechner GmbH. *Katalog 28/CZ/SK 2018*. Himberg, 2018

SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

- [19] BIELA, Renata. *Kvalita šedých vod a možnost jejich využití* [online]. 2011 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/8097-kvalita-sedych-vod-a-moznost-jejich-vyuziti>
- [20] ASIO, spol.s r.o., *Znovuvyužití šedých a dešťových vod v budovách* [online]. 2012 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/110.znovuvyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach>
- [21] SUEZ, *Spotřeba vody* [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://www.ondeo.cz/cs/co-chcete-vedet-o-vode/informace-spotrebitelum-vody/spotreba-vody>
- [22] PRAŽSKÉ VODOVODY A KANALIZACE, *Specifická spotřeba vody* [online]. 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://www.pvk.cz/specificka-spotreba-vody.html>
- [23] OVODARENSTVÍ.CZ *Nejvíce vody spotřebují v USA, nejvíce zaplatí v Dánsku* [online]. 2009 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://www.ovodarenstvi.cz/clanky/nejvice-vody-spotrebuji-v-usa-nejvice-zaplati-v-dansku>
- [24] AQUAINFO.CZ, *V pohodě o vodě: nejlepší koupání v ČR* [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://www.aquainfo.cz/aqua-united/svetovy-den-vody/>
- [25] VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST. *Co je vodné a stočné?* [online]. 2009 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://www.vodarenska.cz/co-je-vodne-a-stocne>
- [26] VODARENSTVI.CZ, *Jak je tvořena cena vodného a stočného ČR* [online]. 2017 [cit. 2018-05-01] Dostupné z: <http://www.vodarenstvi.cz/2017/01/08/cena-kterou-kazdy-plati-za-vodu-je-castym-tematem-medii-i-verejne-diskuze-obvykle-se-porovnavaji-jednotlive-regiony-nasi-zeme-a-zastupci-vodarenskych-spolocnosti-obvykle-vysvetluji-proc-jsou-v-jej/>
- [27] JIRMUS, V. *Recyklace šedé vody-nevyužitý zdroj uvnitř budovy* [online]. 2016 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/14210-recyklace-sede-vody-nevyuzity-zdroj-uvnitř-budovy>
- [28] PLOTĚNÝ, K. *Využití šedých vod v budovách* [online]. 2013 [cit. 2018-05-01] Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10121-vyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach>
- [29] MIFKOVÁ, T. *Nové metody nakládání s odpadními vodami* [online]. 2011 [cit. 2018-05-01] Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/tzb/zdravotni-technika/nove-metody-nakladani-sodpadnimi-vodami>
- [30] ASIO, spol. s.r.o. *AS-GW/AQUALOOP-projekční a instalační podklady* [online]. 2013 [cit. 2018-05-01] Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/materialy-as-gw-aqualoop>
- [31] JANUZSOVA, Kateřina. *Escherichia coli* [online]. 2012 [cit. 2018-05-01] Dostupné z: <http://cs.medixa.org/nemoci/escherichia-coli>
- [32] BEŇA, František. *Streptokokové nákazy* [online]. 2014 [cit. 2018-05-01] Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1411/jaro2014/BHHY021s/um/8769364/Streptokokove_nakazy.pdf
- [33] JELÍNEK, Luděk. *Předúprava vody* [online]. [cit. 2018-05-01] Dostupné z: <https://web.vscht.cz/~jelinekl/ZEN/Prednaska-08.pdf>

- [34] WATER SUPPLIES DEPARTMENT HONG KONG. *Technical specifications on grey water reuse and rainwater harvesting* [online]. 2015 [cit. 2018-05-01]
Dostupné z: https://www.wsd.gov.hk/filemanager/en/content_1177/technical_spec_grey_water_reuse_rainwater_harvest.pdf
- [35] HYDRALOOP. *How it works* [online]. 2018 [cit. 2018-05-01]
Dostupné z: <https://www.hydraloop.com/copy-of-how-it-works-1>
- [36] AQUA2USE. *Aqua2use the answer for Graywater Reuse* [online] 2010 [cit. 2018-05-01]
Dostupné z: <http://www.aqua2use.com/product-development/greywater-reuse.html>
- [37] KONCEPT EKOTECH. *Úprava vody budoucnosti pro koncové odběry* [online] 2007 [cit. 2018-05-01]
Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/4082-uprava-vody-budoucnosti-pro-koncove-odbery>
- [38] WATER WISE GROUP. *Comparison chart* [online] [cit. 2018-05-01]
Dostupné z: <https://waterwisegroup.com/wp-content/uploads/2016/08/comparison-graphic.jpg>
- [39] PRAŽSKÉ VODOVODY A KANALIZACE. *Vývoj vodného a stočného v Praze* [online] 2018 [cit. 2018-05-02] Dostupné z: <http://www.pvk.cz/vse-o-vode/cena-vodneho-a-stocneho/vyvoj-vodneho-a-stocneho-v-praze/>

SEZNAM NOREM, ZÁKONŮ A VYHLÁŠEK

- [40] NORMA ČSN 01 3450 - Technické výkresy - instalace - Zdravotně technické a plynovodní instalace
- [41] NORMA ČSN 73 6005 - Prostorové uspořádání sítí technického vybavení
- [42] NORMA ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování.
- [43] NORMA ČSN 73 0540 - Tepelná ochrana budov
- [44] NORMA ČSN 73 4301 - Obytné budovy
- [45] NORMA ČSN EN 12056 - 2 - Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 2: Odvádění splaškových odpadních vod - Navrhování a výpočet
- [46] NORMA ČSN 75 6760 - Vnitřní kanalizace
- [47] NORMA ČSN EN 12056 - 3 - Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech - Navrhování a výpočet
- [48] NORMA ČSN 75 6261 - Dešťová kanalizace
- [49] NORMA ČSN 75 6101 - Stokové sítě a kanalizační přípojky
- [50] NORMA ČSN 75 6402 - Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel
- [51] NORMA ČSN 75 5409 - Vnitřní vodovody
- [52] NORMA ČSN 75 5455 - Výpočet vnitřních vodovodů
- [53] NORMA ČSN 73 087 - Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou
- [54] NORMA ČSN EN 1717 - *Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem*
- [55] NORMA ČSN 12 255-7 - *Čistírny odpadních vod. Část 7: Biofilmové reaktory*
- [56] NORMA BS 8525-1 - Greywater systems. Code of practice.
- [57] NORMA BS 8525-2 - Greywater systems.
Domestic greywater treatment equipment. Requirements and test methods.
- [58] NORMA ČSN EN 806-1 - Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě.
Část 1: Všeobecně
- [59] NORMA ČSN EN 806-2 - Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě.
Část 2: Navrhování
- [60] NORMA ČSN EN 806-3 - Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě.
Část 3: Dimenzování potrubí - Zjednodušená metoda
- [61] NORMA ČSN EN 806-4 - Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě.
Část 4: Montáž
- [62] NORMA ČSN EN 12007 - Zařízení pro zásobování plynem
- [63] PRAVIDLA TPG 702 01 - Plynovody a přípojky z polyetylénu
- [64] PRAVIDLA TPG 704 01 - Odběrná plynová zařízení a spotřebiče na plynová paliva v budovách
- [65] PRAVIDLA TPG 934 01 - Plynoměry, Umísťování, Připojování a provoz

- [66] NORMA ČSN EN 1775 - Zásobování plynem - Plynovody v budovách - Nejvyšší provozní tlak ≤ 5 bar - Provozní požadavky
- [67] VYHLÁŠKA č. 120/2011 Sb., kterou se mění vyhláška č. 428/2001 Sb. kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb. O vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů
- [68] VYHLÁŠKA č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- [69] VYHLÁŠKA č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody

SEZNAM DOPLŇKOVÝCH INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

<https://www.fce.vutbr.cz/TZB/vrana.j/>
<https://vytapeni.tzb-info.cz/>
<https://voda.tzb-info.cz/>
<http://ottp.fme.vutbr.cz/>
<https://www.rigips.cz/>
<http://www.belis.cz/>
<http://www.tesniciprostupy.cz/>
<http://fast10.vsb.cz/>
<https://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/>
<http://www.vodavdome.cz/>
<http://www.asio.cz/cz/>
<https://www.bmto.cz/>
<http://www.koncept-ekotech.com/cs/>
<http://www.greenlife.de/>
<http://tzb.fsv.cvut.cz/>
<https://www.aquaco.co.uk/>
<http://www.aqua2use.com/>
<http://www.dewater.com/>
<https://www.wavin.com/cs-cz/>
<http://www.idealstandard.cz/>
<https://www.alcaplast.cz/>
<http://www.sapho-koupelny.cz/>
<https://www.ravak.cz/cz/>
<https://www.novaservis.cz/>
<https://www.schell.eu/>
<https://www.kolo-geberit.cz/>
<http://www.mirava.cz/>
<http://www.db-jimky.cz/>
<http://www.elplasthk.cz/>
<https://www.elster.sk/>
<https://www.gas.cz/>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

α – součinitel tepelné roztažnosti

α_e – součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu tepelné izolace

ΔL – změna délky trubky

Δp_{Ap} – tlaková ztráta napojených zařízení

Δp_e – tlaková ztráta způsobená výškovým rozdílem

Δp_{ext} – tlakové ztráty ve vodovodní přípojce a přírodním potrubí vně budovy

Δp_F – tlaková ztráta vlivem místních odporů

Δp_{int} – tlakové ztráty v potrubí vodovodu uvnitř budovy

Δp_{WM} – tlaková ztráta vodoměrů

ΔQ_{max} – největší možný rozdíl mezi křivkou odběru tepla ze zásobníku a křivkou dodávky tepla do zásobníku

Δt – rozdíl teplot mezi výstupem přírodního potrubí z ohříváče a jeho spojením s cirkulačním potrubím

Δt – rozdíl teplot potrubí při montáži a provozu nebo rozdíl teplot studené a teplé vody

ΔU_{tbm} – celkový průměrný vliv tepelných vazeb mezi konstrukcemi

ε – součinitel vyjadřující nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací

ζ – součinitel místního odporu

η_r – účinnost distribuce

θ_2 – návrhová teplota teplé vody

θ_1 – návrhová teplota studené vody

θ_{im} – převažující vnitřní teplota v otopném období

θ_e – vnější návrhová teplota v zimním období

λ_θ – součinitel tepelné vodivosti materiálu trubky nebo její tepelné izolace

ρ – hustota vody [kg/m^3]

φ – součinitel současnosti odběru vody z výtokových armatur a zařízení stejného druhu

A – plocha

AP – automatická pračka

A_r – plocha hladiny retenční dešťové

A_{red} – redukováná plocha

b – redukční činitel

c – měrná tepelná kapacita vody

C – materiálová konstanta

C – součinitel odtoku dešťových vod

d – počet dní otopného období

d – počet provozních dnů budovy

d_o – vnější průměr trubky

$d_o \times s$ – vnější průměr x tloušťka stěny trubky

d_e – vnější průměr tepelné izolace

d_v – vnitřní průměr vrstvy

d_z – vnější průměr vrstvy

DD – kuchyňský dvojdřez

D – počet denostupňů

D – vnitřní průměr potrubí

DN – jmenovitá světlost

DN/OD – jmenovitá světlost vztažená k vnějšímu průměru

DU – výpočtový odtok

e – přerušované vytápění během noci

EO – ekvivalentní obyvatel

g – tíhové zrychlení [m/s^2]

h – úhrn srážek
 h – rozdíl výškových úrovní [m]
 h_d – návrhový úhrn srážky
 H – nejmenší dopravní výška cirkulačního potrubí
 H – výhřevnost zemního plynu
 $HDPE$ – high density polyetylene
 H_T – celková měrná ztráta prostupem
 H_{TI} – měrná ztráta prostupem tepla
 $H_{T\psi, X}$ – měrná ztráta prostupem u místa tepelné vazby a mostu
 i – intenzita deště
 J – sklon
 k_d – koeficient denní nerovnoměrnosti
 K_h – koeficient hodinové nerovnoměrnosti
 K – konstanta
 K – součinitel odtoku
 l – délka posuzovaného úseku potrubí
 L – délka trubky
 LB – délka ohybového ramene
 LU – výtoková jednotka
 m – počet druhů výtokových armatur
 MN – myčka nádobí
 n – počet
 NP – nadzemní podlaží
 NTL – nízkotlaký plynovod
 O – ohřívač vody
 p – periodičita
 p_{dis} – dispoziční přetlak
 p_{minFI} – hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury
 p_k – koncový pracovní přetlak plynu
 p_{max} – ztráta tlaku
 p_z – počáteční pracovní přetlak plynu
 P – roční potřeba plynu
 PN – jmenovitý tlak
 PPR – polypropylen
 q – specifická denní potřeba vody na měrnou jednotku
 q – tepelné ztráty jednotlivých úseků přívodního potrubí
 q_a a q_b – tepelné ztráty jednotlivých úseků přívodního potrubí
 q_c – tepelná ztráta celého přívodního potrubí
 q_t – délková tepelná ztráta úseku přívodního potrubí
 Q – výpočtový průtok v přívodním nebo cirkulačním potrubí
 Q_A – jmenovitý výtok
 Q_a a Q_b – výpočtové průtoky cirkulace teplé vody v jednotlivých úsecích přívodního potrubí a jeho odpovídajícího cirkulačního potrubí
 Q_c – trvalý průtok
 Q_D – výpočtový průtok
 Q_h – maximální hodinová potřeba vody
 Q_{ho} – maximální hodinový odtok splaškové vody
 Q_m – maximální denní potřeba vody
 Q_{max} – hydraulická kapacita
 Q_{mo} – maximální denní odtok splaškové vody
 Q_n – jmenovitý průtok

Q_o – regulovaný odtok srážkových vod z retenční dešťové nádrže
 Q_p – čerpaný průtok
 Q_p – průměrná denní potřeba vody
 Q_{po} – průměrný denní odtok splaškové vody
 Q_{pT} – průměrná denní potřeba teplé vody
 Q_r – roční potřeba vody
 Q_{ro} – roční odtok splaškové vody
 Q_{skut} – skutečná roční potřeba tepla pro vytápění
 Q_{st} – stanovený odtok srážkových vod z celé nemovitosti
 Q_{Ti} – celková ztráta prostupem
 Q_{tot} – celkový průtok splaškových vod
 Q_{Vi} – ztráta větráním
 Q_{ww} – průtok splaškových vod
 Q_z – celková předběžná tepelná ztráta budovy
 Q_z – tepelné ztráty
 Q_{zr} – teoretická roční potřeba tepla pro vytápění
 Q_1 – teplo dodané ohřívacem za čas t
 Q_{1n} – jmenovitý tepelný výkon ohřevu
 Q_{2p} – skutečná potřeba tepla
 Q_{2t} – teplo odebrané
 Q_{2z} – teplo ztracené
 R – tlakové ztráty třením
 SV – studená voda
 t_c – doba trvání srážky
 t_e – výpočtová venkovní teplota
 t_{es} – průměrná venkovní teplota v otopném období
 t_i – výpočtová vnitřní teplota
 t_{is} – průměrná vnitřní teplota
 TV – teplá voda
 U – součinitel prostupu tepla
 U – umyvadlo
 UM – umývatko
 v – průtočná rychlost
 V – objem budovy
 V_a – zjednodušený vzduchový objem budovy
 VA – vana
 V_{ih} – objemový tok větracího vzduchu z hygienických požadavků
 VL – výlevka
 VP – vpust
 V_r – retenční objem retenční srážkové nádrže
 V_z – objem zásobníku
 V_{2t} – potřeba teplé vody za periodu
 w – součinitel stoletých srážek
 WC – záchodová mísa
 z – součinitel teoretického zdržení odtoku v zařizovacích předmětech
 ZP – zařizovací předmět

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 , graf specifické potřeby vody v ČR [39]	18
Obrázek 2 , vývoj ceny vody v Praze [39].....	19
Obrázek 3 , membránová filtrace [37]	25
Obrázek 4 , systém AS-GW/AQUALOOP [30].....	28
Obrázek 5 , systém HYDRALOOP [35]	28
Obrázek 6 , systém Aqua2use [38]	29
Obrázek 7 , Odběrový diagram – určení ΔQ_{\max}	42
Obrázek 8 , tlaková ztráta domovního vodoměru	57
Obrázek 9 , tlaková ztráta bytového vodoměru	58
Obrázek 11 , charakteristika cirkulačního čerpadla	65
Obrázek 10 , cirkulační čerpadlo Wilo STAR-Z NOVA	65
Obrázek 12 , tlaková ztráta bytového vodoměru, požární voda	66

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 , produkce šedé vody v budovách [28].....	30
Tabulka 2 , produkce šedé vody dle činností [28].....	30
Tabulka 3 , počet použití jednou osobou během dne podle druhu budovy [28]	32
Tabulka 4 , splachovací objem [28].....	32
Tabulka 5 , potřeba vody pro praní [28]	32
Tabulka 6 , potřeba vody pro zalévání, kropení a úklid [28].....	33
Tabulka 7 , zatížení vody [2].....	33
Tabulka 8 , koeficient maximální hodinové nerovnoměrnosti [50].....	37
Tabulka 9 , bilance potřeby tepla a teplé vody dle druhu budovy (výňatek) [42]	41
Tabulka 10 , výpočet objemu zásobníkového oříváče teplé vody	42
Tabulka 11 , výpočtové odtoky DU jednotlivých zařizovacích předmětů [45].....	44
Tabulka 12 , hydraulické kapacity Q_{\max} při stupni plnění 70 % [45].....	50
Tabulka 13 , návrhová periodičita srážek pro dimenzování retenčních nádrží [46]	52
Tabulka 14 , návrhové úhrny srážek v ČR [45]	52
Tabulka 15 , tepelné ztráty přívodního potrubí teplé vody	64
Tabulka 16 , maximální hodnoty součinitelů prostupu tepla U vztažených na jeden metr délky potrubí [68]	68
Tabulka 17 , orientační hodnoty ekvivalentních délkových přírážek pro tvarovky a armatury plynovodního potrubí [65]	70
Tabulka 18 , ztráty tlaku v závislosti na jmenovité světlosti potrubí a redukovaném odběru zemního plynu [65]	71

PŘÍLOHY

1. KOORDINAČNÍ SITUACE 1:200
2. PŮDORYS ZÁKLADŮ 1:50
3. DISPOZICE 1.S 1:50
4. DISPOZICE 1.NP 1:50
5. DISPOZICE 2. - 4.NP 1:50
6. KANALIZACE – PŮDORYS 1.S 1:50
7. KANALIZACE – PŮDORYS 1.NP 1:50
8. KANALIZACE – PŮDORYS 2. - 4.NP 1:50
9. KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – ROZVINUTÝ ŘEZ 1:50
10. KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – PODÉLNÝ ŘEZ 1:50
11. KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – PODÉLNÝ PROFIL PŘÍPOJKY 1:50
12. KANALIZACE DEŠŤOVÁ – PODÉLNÝ ŘEZ 1:50
13. KANALIZACE DEŠŤOVÁ – PODÉLNÝ PROFIL PŘÍPOJKY 1:50
14. VODOVOD – PŮDORYS 1.S 1:50
15. VODOVOD – PŮDORYS 1.NP 1:50
16. VODOVOD – PŮDORYS 2.NP a 4.NP 1:50
17. VODOVOD – PŮDORYS 3.NP 1:50
18. VODOVOD – AXONOMETRIE 1:50
19. VODOVOD – PODÉLNÝ PROFIL PŘÍPOJKY 1:50
20. VODOVOD – DOMOVNÍ VODOMĚRNÁ SESTAVA 1:20
21. VODOVOD – BYTOVÁ VODOMĚRNÁ SESTAVA 1:20
22. PLYNOVOD – PŮDORYS 1.S 1:50
23. PLYNOVOD – PŮDORYS 1.NP 1:50
24. PLYNOVOD – PŮDORYS 2. - 4.NP 1:50
25. PLYNOVOD – PODÉLNÝ PROFIL PŘÍPOJKY 1:50
26. PLYNOVOD – AXONOMETRIE 1:50